

Aus der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik
der Klinik und den Polikliniken für Zahn-,
Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg - Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. K. Fuhr)

**UNTERSUCHUNGEN ZUR REPRODUZIERBAREN RÖNTGEN -
AUFNAHMEN DES KIEFERGELENKS IN DEN DREI
RAUMBEBENEN NACH DER SUMMATIONSTECHNIK**

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg - Universität in Mainz
dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von
Thomas Lang
aus Köln
Mainz 1981

Aus der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik
der Klinik und den Polikliniken für Zahn-,
Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg - Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. K. Fuhr)

**UNTERSUCHUNGEN ZUR REPRODUZIERBAREN RÖNTGEN-
AUFNAHMEN DES KIEFERGELENKS IN DEN DREI
RAUMBEBENEN NACH DER SUMMATIONSTECHNIK**

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg - Universität in Mainz
dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von

Thomas Lang

aus Köln

Mainz 1981



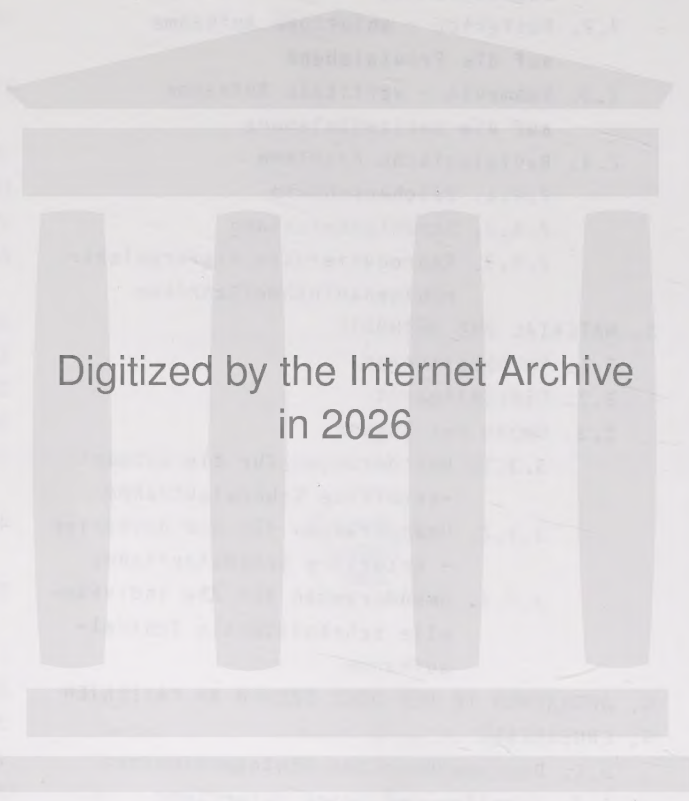
- Dekan : Prof.Dr.K.-H. Bäßler
1. Gutachter : Prof.Dr.G.Siebert
2. Gutachter : Prof.Dr.K.Fuhr

Tag der mündlichen Prüfung : 2.12.1981

INHALTSVERZEICHNIS:

SEITE

1. EINLEITUNG	1
2. SCHRIFTTUM	3
2.1. Schräglaterale Aufnahme auf die Sagittalebene	3
2.2. Posterior - anteriore Aufnahme auf die Frontalebene	8
2.3. Submento - vertikale Aufnahme auf die Horizontalebene	12
2.4. Radiologische Probleme	15
2.4.1. Zeichenschärfe	15
2.4.2. Strahlenbelastung	18
2.4.3. Reproduzierbare Kiefergelenk- röntgenaufnahmetechniken	20
3. MATERIAL UND METHODIK	23
3.1. Vorbereitungen	23
3.2. Einstellgerät	29
3.3. Umbau des Bogens	38
3.3.1. Umänderungen für die submento -vertikale Schädelaufnahme	38
3.3.2. Umänderungen für die posterior - anteriore Schädelaufnahme	48
3.3.3. Umänderungen für die individu- elle schräglaterale Schädel- aufnahme	56
4. AUFNAHMEN IN DEN DREI EBENEN AM PATIENTEN	67
5. ERGEBNISSE	74
5.1. Beschreibung der Röntgenaufnahmen	74
5.2. Tabellen und deren Auswertung	121
6. DISKUSSION	134
7. ZUSAMMENFASSUNG	142
8. LITERATURVERZEICHNIS	147
9. LEBENS LAUF	155



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. EINLEITUNG

In der rehabilitierenden Zahnheilkunde wurde wiederholt nach einem einfachen und genauen Verfahren gesucht, das es ermöglicht, die Kondylenpositionen in Beziehung zur maximalen Interkuspidation zu bringen.

Eine häufig verwendete Röntgenaufnahme des Kiefergelenks ist die Aufnahme mit schräg-lateralem Strahlengang, wie zum Beispiel in der Projektion nach SCHOLLER (31). Hieraus sollen Informationen zum Gelenkspalt, zur Morphologie, Gelenkgröße und zu anderen Gelenkstrukturen gewonnen werden.

Aufgrund der anatomischen Verhältnisse ist die Wiedergabe der Kiefergelenke im Röntgenbild problematisch und liefert nicht immer die exakten Informationen, die gewünscht werden.

Besonders heute wird wegen der umfangreichen Kenntnisse auf dem rehabilitierenden Gebiet wieder die Forderung nach reproduzierbaren Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks erhoben. Dazu soll der Zentralstrahl durch die Längsachse des Kondylus verlaufen, um eine möglichst korrekte Lagebeziehung zwischen Gelenkkopf und Gelenkpfanne in maximaler Interkuspidation darzustellen.

Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist das Entwickeln einer eigenen Methode, die reproduzierbare Röntgenaufnahmen der Kiefergelenke in

der Summationstechnik ermöglicht. Dabei ist die Beziehung zwischen Gelenkkopf und Gelenkpfanne besonders bedeutungsvoll.

Diese Beziehung ist richtig dargestellt, wenn der Zentralstrahl durch die Längsachse des jeweils aufzunehmenden Kondylus verläuft. Hierzu muß die Neigung der Kondylen in der Frontal- und Horizontalebene bestimmt werden, um mit den daraus gewonnenen Winkelwerten eine individuelle Aufnahme mit schräglateralem Strahlengang anzufertigen. Sowohl zur Bestimmung der Achsstellungswinkel der Kondylen, als auch für die individuelle schräglaterale Aufnahme und ihre Reproduktion soll der HANEL-Röntgenbogen hinzugezogen werden.

2. SCHRIFTTUM

2.1. Schräglaterale Aufnahme auf die Sagittalebene

Um das Gelenk röntgenologisch isoliert darzustellen, muß es aus dem umgebenden Knochengewebe des Os temporale herausprojiziert werden. Die hier am häufigsten benutzte Technik ist die Aufnahme nach LINDBLOM (20), modifiziert nach SCHOLLER (31), welche von SCHOLLER 1905 ursprünglich für die Wiedergabe des Schläfenbeins beschrieben und erst später wegen ihrer übersichtlichen Darstellung der Kieferköpfchen für die Röntgenaufnahme der Kiefergelenke angewendet wird.

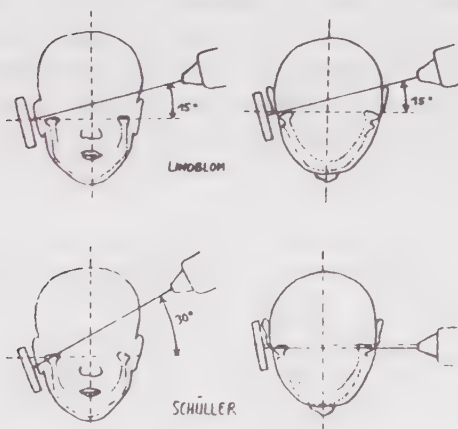


Abb. 1: Schematische Darstellung der Aufnahmetechniken nach LINDBLOM und nach SCHÖLLER (zit. nach BAUMGARTNER (2))

CLEMENTSCHITSCH (3) führt ebenfalls an, daß die Methode nach SCHOLLER eigentlich eine Technik aus der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde zur Darstellung des Felsenbeins sei. Sie erlaubt aber auch eine Röntgendiagnostik der Kiefergelenke. Bei dieser Aufnahme wird das Kiefergelenk transcraniell durch die mittlere Schädelgrube freiprojiziert.

Die Strahlen durchdringen zunächst das filmferne Os parietale und gelangen von dort, den Schädel schräg von oben durchsetzend, über die Sella turcica und den Processus dorsi sellae zum Boden der filmnahen, mittleren Schädelgrube, an deren Unterseite das Kiefergelenk eingelagert ist. Dorsum sellae, Sella und die Keilbeinhöhlen werden daher auf der Aufnahme nach unten wegprojiziert. Hingegen gelingt es meistens nicht, das Kiefergelenk von der Pyramidenspitze freizuprojizieren, deren Schatten bandförmig schräg über der Abbildung des Köpfchens liegt, ohne die Beurteilbarkeit im wesentlichen zu beeinflussen.

Die oben beschriebene Aufnahme wird als transcranielle oder schräglaterale Röntgenaufnahme des Kiefergelenks bezeichnet. Zu dieser Aufnahmetechnik zählen neben der beschriebenen Technik nach LINDBLOM (20) und SCHOLLER (31) noch die Techniken nach HAUSER (17), DOUB und HENNY (4), GREWCOCK (13) und UPDEGRAVE (42).

AMER (1), ZECH (48) Und YALE (47) berichten über Schwierigkeiten bei dem Versuch, mit dem Röntgenstrahl die Längsachse des Kondylus zu treffen, um eine Lagebeziehung zwischen Gelenkkopf und Gelenkpfanne möglichst korrekt darzustellen, weil der Kondylus schräg zu den Orientierungsebenen des Schädels liegt, und die Neigung der Kondylenachsen von Individuum zu Individuum variiert und auch Unterschiede zwischen rechtem und linkem Kiefergelenk bestehen.

FREIHOFER (8,9) gibt als Extremwerte nach einer Untersuchung an 50 mazerierten Schädeln eine Neigung der Köpfchenachse in der Frontalebene craniocaudal von -15° bis $+20^{\circ}$ und in der Horizontalebene dorsoventral von $+5^{\circ}$ bis $+35^{\circ}$ an.

OMNELL (25) hingegen gibt die Neigung der Köpfchenachse in der Frontalebene craniocaudal mit -45° bis $+35^{\circ}$ und in der Horizontalebene dorsoventral mit 0° bis 30° an.

Ebenfalls FREIHOFER (8,9) zeigt auf, daß die Richtung des Zentralstrahls ein Durchschnittswert sein muß, da es zu einer sinnvollen individuellen Einstellung zweier weiterer Aufnahmen, nämlich einer in posterior-anteriorer, einer zweiten in cranio-kaudaler Richtung, bedarf.

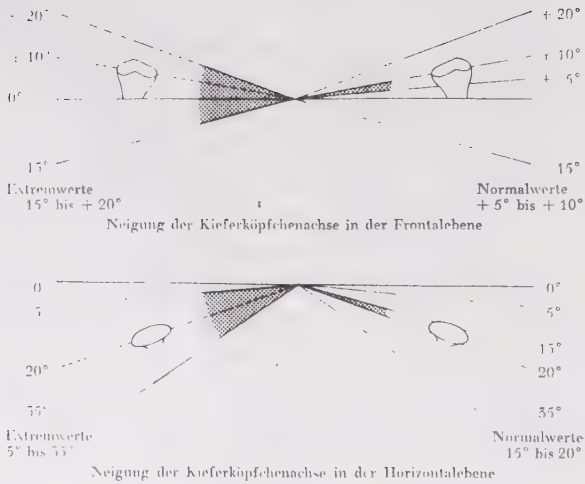


Abb.2: Neigung der Köpfchenachse in der Frontal- und Horizontalebene
(zit. nach FREIHOFFER (8,9))

Nach LINDBLOM (20) bilden die Achsen der Kondylen einen nach vorne offenen Winkel von 110° bis 170° . in den Extremen, der im Normfall 140° bis 150° beträgt.

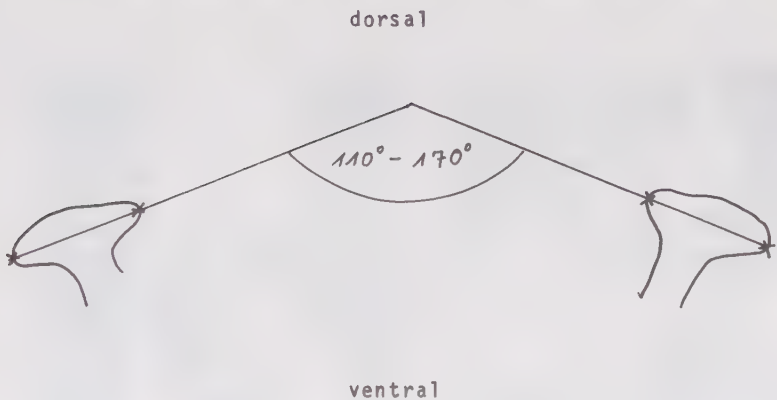


Abb.3: Schematische Darstellung der Kondylenneigung nach LINDBLOM (20)

2.2. Posterior - anteriore Aufnahme auf die Frontalebene

CLEMENTSCHITSCH (3) führt zur Festlegung der Neigung der Köpfchen in der Frontalebene die subcranielle Projektion an, welche eine posterior - anteriore Aufnahme ist. Die Aufnahme dient der symmetrischen Darstellung beider Kiefergelenke und aufsteigenden Unterkieferäste.

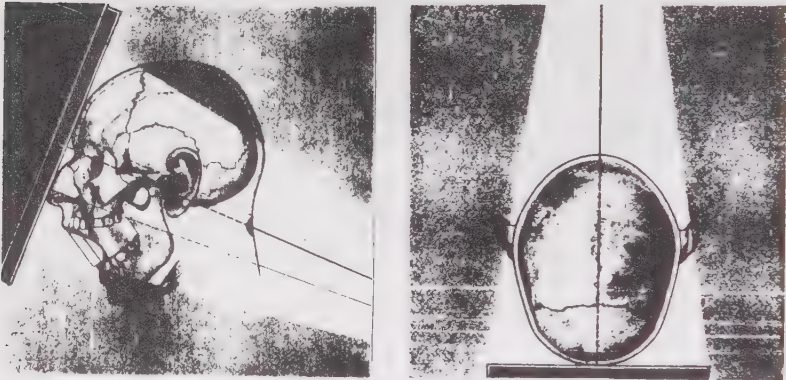


Abb.4: Schematische Darstellung der posterior -
anterioren Aufnahmetechnik nach
CLEMENTSCHITSCH
(zit.nach CLEMENTSCHITSCH (3))

OTT (26) gibt ebenfalls die Aufnahmetechnik nach CLEMENTSCHITSCH zur Festlegung der Kondylenpole an, welche unerlässlich bei der Bestimmung der Neigung der Kieferköpfchenachse in der Frontalebene sind.

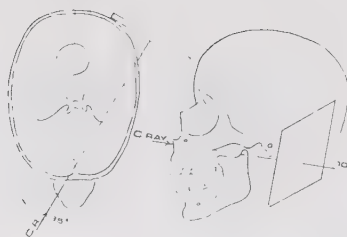


Abb.6: Schematische Darstellung der transantra-
len Aufnahmetechnik nach TVEITO (41)

TVEITO (41) selbst zeigt auf, daß diese Auf-
nahmemethode keine oder nur unsichere Informa-
tionen in bezug auf die Beurteilung der Gelenk-
spaltbreite, der Ausformung der Fovea und der
Lage des Gelenkkopfs in Ruhe- und Okklusionslage
gibt.

Die von CLEMENTSCHITSCH (3) referierte Aufnahme-
technik nach HOFRATH dient der Darstellung des
Kiefergelenks und des Collum mandibulae einer
Seite in posterior - anteriorer Durchsicht. Das
Bild zeigt das Kieferköpfchen der darzustellen-
den Seite, das durch die maximale Mundöffnung
bei der Aufnahme unter das Tuberculum getreten
ist, durch die gleichseitige Orbita freiproji-
ziert.

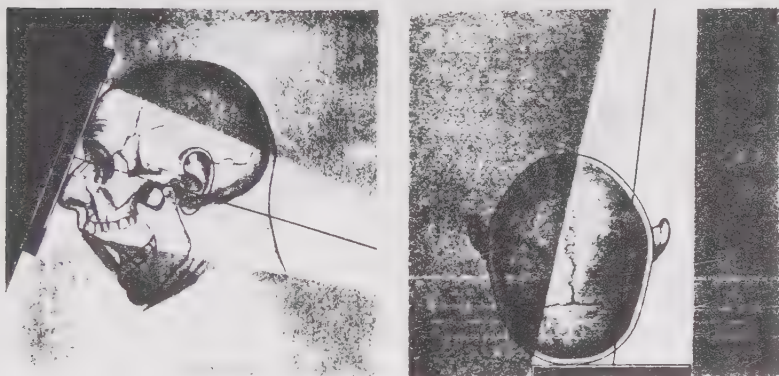


Abb.7: Schematische Darstellung der Aufnahme-
technik nach HOFRATH
(zit.nach CLEMENTSCHITSCH (3))

2.3. Submento - vertikale Aufnahme auf die Horizontalebene

Zur Bestimmung der Neigung der Köpfchen in der Horizontalebene gibt CLEMENTSCHITSCH (3) die submento - vertikale Aufnahme an, bei welcher die Kassette auf dem Kopf des Patienten liegt und der Zentralstrahl 2 bis 3 fingerbreit unterhalb der Kinnspitze eintritt.

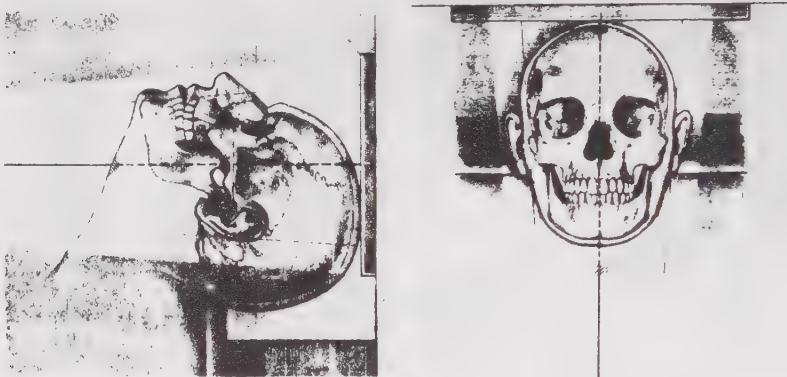


Abb.8: Schematische Darstellung der Aufnahme-
technik nach CLEMENTSCHITSCH
(zit.nach CLEMENTSCHITSCH (3))

Durch Verbinden der lateralen mit den medialen Polen entsteht zur Sagittalebene ein Winkel, der die Neigung der Kondylen individuell angibt.

Nach Bestimmung der Neigung der Kondylen in der Frontal- und der Horizontalebene werden die da-

raus gewonnenen Winkel benutzt, um eine modifizierte Aufnahme nach SCHOLLER anzufertigen.

Routinemäßig aber werden die von SCHOLLER oder LINDBLOM angegebenen Winkelwerte zur Darstellung der Kiefergelenke benutzt. Durch die Anwendung von Mittelwerten entstehen Aufnahmen mit gutem oder schlechtem Aussagewert. Hieraus resultiert eine gewisse Unzufriedenheit, die zu ständiger Änderung der Winkelwerte in der Aufnahmetechnik führt.

CLEMENTSCHITSCH (3), HORN (13), OTT (26), SITZMAN und WINKLMAIER (33), ZIMMER (49), EGLI (5,6) und KUNDERT (19) geben zur Darstellung der Kiefergelenke bei der Technik nach SCHOLLER Werte an, die zwischen 0° und 15° für die dorsal-exzentrische (aufgrund der Winkelwerte, die auf der Aufnahme auf die Horizontalebene gemessen werden) und 15° und 35° für die cranial-exzentrische (aufgrund der Winkelwerte, die auf der Aufnahme auf die Frontalebene gemessen werden) schwanken.

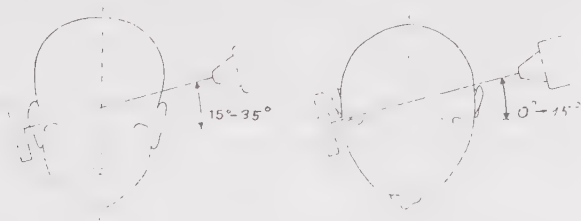


Abb.9: Schematische Darstellung der Aufnahmetechnik nach SCHOLLER und ihre Modifikation (zit.nach EGLI (5,6))

PALLA (27) empfiehlt 21° bis 22° cranial - exzentrisch und 10° dorsal - exzentrisch als Standardprojektion für die Anfertigung von Kiefergelenkaufnahmen in schräglateraler Projektion.

SETZ (32) und FLEIG (7) weisen nach, daß zur Diagnose von Veränderungen an der artikulierenden Fläche des Capitulum mandibulae nur die SCHOLLER - Projektion und die Aufnahme von STEINHARDT (40) verwendet werden können. Mit Metallmarkierungen am Kondylus zeigt SETZ (32), daß auf der Aufnahme nach SCHOLLER eine starke Oberzeichnung der Walze zu erkennen ist, während der laterale und mediale Pol des Kiefergelenks deutlich konturiert sind. Von der artikulierenden Fläche wird ein relativ großer Teil wiedergegeben.

2.4. Radiologische Probleme

2.4.1. Zeichenschärfe

Nach NAWRATH (23) erweisen sich im Experiment mittelharte Strahlen bei Verwendung eines Vier-ventilapparates mit einer Erzeugerspannung von 65 - 70 kV am besten, um Profilweichteile, dentale und paradentale Strukturen in gutem Kontrast und ausreichender Zeichenschärfe hervortreten zu lassen.

NAWRATH (24) weist ferner nach, daß bei einem Film - Fokus Abstand von 1 Meter das verzerrungsfreie Areal eines Röntgenbildes aus einem Kreis von ungefähr 4cm Durchmesser um das Zentrum des Zentralstrahls herum besteht. Um die Verzerrung möglichst klein zu halten, muß das zu untersuchende Objekt das Zentrum des Zentralstrahls sein.

NAWRATH (22) zeigt ferner, daß sich bei der Auswertbarkeit von Röntgenaufnahmen die Winkelwerte mit wachsendem Film - Fokus Abstand nicht verändern, während die Längenwerte einer Veränderung unterliegen.

CLEMENTSCHITSCH (3) bezeichnete die Schwärzungsdifferenz nebeneinanderliegender Bildpunkte als Kontrast, wobei die verschiedenen Schwärzungen von der Art des Objektes, von der bildgebenden Strahlung und vom photographischen Verfahren abhängig sind.

Die Kontraste im Bild ergeben sich aus der unterschiedlichen Beschaffenheit der Objektteile. Die Höhe des Kontrasts ergibt sich aus der Differenz der Absorption der Strahlung in den einzelnen Geweben und aus den verschiedenen Größen der Streukoeffizienten der Gewebe des Körpers.

Die Absorption ist abhängig von der Härte der Strahlen, wobei harte Strahlen einen geringeren Strahlungscontrast aufweisen als weiche Strahlen, das heißt, die Schwärzungsdifferenzen sind bei harter Strahlung geringer.

Nach CLEMENTSCHITSCH (3) sind die Kontraste weiter von der Streustrahlung abhängig. Streustrahlung vermindert den Contrast durch gleichmäßige Schwärzung des Films. Die Streustrahlen können durch Blenden und Tuben eingeschränkt werden.

Letztlich ist der Contrast von den photographischen Bedingungen und dem Entwickeln abhängig. Doppelseitig strahlungsempfindliche Filme verdoppeln den objektiven Contrast durch Summation der beiderseitigen Schwärzung, der subjektive Contrast wird noch stärker erhöht.

Die Bildschärfe wäre nach CLEMENTSCHITSCH (3) optimal, wenn sich der Übergang zwischen verschieden stark geschwärzten Bildteilen einer Röntgenaufnahme als Linie darstellen würde. Diese Übergänge sind praktisch nicht scharf, son-

dern flächenhaft. Die Breite dieser Fläche wird als Unschärfe bezeichnet.

Die Ursachen der Unschärfe können mannigfaltig sein: Beschaffenheit der Filme und der Verstärkerfolien, Bewegungen des Objekts während der Aufnahme, die Eigenschaften des Brennflecks und die Abstandsbedingungen der Aufnahme. Die Bewegungsschärfe kann durch weitgehende Ruhigstellung aller an der Aufnahme beteiligten Faktoren vermindert werden. Die geometrische Unschärfe wird durch Verwendung kleiner Brennflecke und großer Fokus - Objekt - Abstände verringert.

2.4.2. Strahlenbelastung

Bei der Durchführung von Röntgenaufnahmen kann die Möglichkeit einer Schädigung des Patienten und des Aufnahmepersonals durch die Röntgenstrahlung gegeben sein. Grundsätzlich sollte bei Untersuchungen durch Röntgenaufnahmen die Strahlungs Menge, der der Patient ausgesetzt ist, immer so klein gewählt werden, wie es mit Rücksicht auf die Forderungen der Diagnostik nur irgend möglich ist, auch wenn keinerlei Gefahr für eine manifeste Röntgensschädigung zu bestehen scheint.

Die Strahlenbelastung des Aufnahmepersonals kann dadurch gänzlich ausgeschaltet werden, daß die Probanden das Röntgengerät mittels Handauslöser selbst bedienen, während das Aufnahmepersonal außerhalb des Röntgenraums wartet.

Um die Strahlenbelastung des Probanden gering zu halten, spielt nach NAWRATH (23,24) die Einorientierung, mehr aber noch die richtige Abblendung des auf ihn auftreffenden Strahlenbündels eine Rolle. Als Beispiel dazu führt er an, daß bei genügender Abblendung die Strahlenbelastung einer Schädelaufnahme aus 4 Meter Entfernung mit 100 kV und 1,5 sec. nur ein Viertel so groß ist, wie die einer einzigen enoralen Zahnaufnahme.

SCHMIDT und SEIBERT (30) verfaßten eine Publikation über die Belastung der Augenlinse bei zahnärztlichen Röntgenuntersuchungen. Danach ergibt sich, daß die tubusnahe Augenlinse bei einer Kiefergelenkaufnahme nach SCHOLLER rund 2800 mrad erhält. Die Augenlinse einer Maus weist bei einer kumulierenden Dosis von 33 rad erste irreversible Trübungen auf. Für den Menschen, so die Verfasser, scheint die Grenze bei etwa 200 rad zu liegen.

Die Untersuchungen von FREY und WOHRMANN (11) zeigen, daß die Hautbelastung bei der Hochvolttechnik und die Verwendung von langen offenen Tuben geringer ist, weshalb in Schweden seit 1976 der Gebrauch von Röntgengeräten mit einer Spannung von weniger als 60 kV verboten ist.

Weitere Informationen sind der Röntgenverordnung vom 1.3.1973 zu entnehmen.

2.4.3. Reproduzierbare Kiefergelenkröntgen- aufnahmetechniken

In der zahnärztlichen Praxis werden Röntgen-
aufnahmen des Kiefergelenks zunehmend mit
Zahnröntgengeräten durchgeführt. PASLER (28)
empfiehlt daher die Verwendung von "leistungs-
fähigeren" Zahnröntgengeräten mit mehr als
50 kV Nennleistung.

SCHIENBEIN (29) fordert ebenfalls eine Erhö-
hung der Ausgangsleistung von der Apparate-
seite her.

BAUMGARTNER (2) weist auf die Notwendigkeit
hin, Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks re-
produzierbar zu gestalten. Er zeigt auf, daß
die reproduzierte Aufnahme einen höheren diag-
nostischen Aussagewert besitzt, da sie gegen-
über einer nicht reproduzierten Aufnahme er-
weiterte Vergleichs- und Untersuchungsmöglich-
keiten bietet.

STACHNISS, KUBEIN und KROGER (37, 39) geben an,
daß sich zur Reproduzierbarkeit der Bezugspunk-
te am besten eine Funktionsachse (Scharnier-
achse) in Kombination mit einem dritten anato-
mischen Punkt, zum Beispiel der Verlängerung
des tiefstgelegenen Punkts des unteren Augen-
höhlenrands (Orbitale) auf die Nase eignet.

STACHNISS, KUBEIN und KROGER (36, 38, 39) erzie-

len reproduzierbare Aufnahmen des Kiefergelenks mit dem Bogen nach HANEL (14).

FRÜHLICH (10) bedient sich zur Herstellung von reproduzierbaren Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks des von LINDBLOM (20) entwickelten Bogens, wirft aber zusätzlich ein Fadenkreuz als Orientierungsebene auf das Gesicht des Probanden.

HANEL (14, 15, 16) wählt als Bezugspunkte die individuell festgelegten Scharnierachsenpunkte und die Verlängerung des Orbitale auf den Nasenrücken als dritten Punkt. Auf diese Orientierungspunkte wird ein von ihm entwickelter Bogen zur Anfertigung von reproduzierbaren Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks fixiert.

FREIHOFFER (8,9) beschreibt zur Anfertigung von reproduzierbaren Aufnahmen ein Gerät, welches den Kopf des Probanden durch ein abgesehenes Prisma am Hinterkopf sowie durch einen Kunststoffabdruck am Nasensattel und seinem Obergang in die Orbita fixiert.

WEINBERG (43, 44, 45, 46) erhält reproduzierbare Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks mit einem "head positioner". Dieses Gerät ermöglicht Aufnahmen am liegenden Patienten, wobei die beiden Gehörgänge als Bezugspunkte dienen.

Eine Modifikation des C - Bogens von LINDBLOM (20) ist der Röntgenbogen nach GRAF (12). Er besteht aus einem Kupplungsteil, Auflageteller und Kassettenhalter. Mit dem Kupplungsteil wird der Bogen am Röntgengerät fixiert. Der Kassettenhalter mit Fadenkreuz garantiert, daß der Röntgenfilm von dem Zentralstrahl stets orthograd getroffen wird. Der Auflageteller mit graphischer Darstellung der dorsal - exzentrischen Einstelltechnik am Scheitel des Patienten erleichtert die Einstellung des Zentralstrahls.

3. MATERIAL UND METHODIK

3.1. Vorbereitungen

Das Capitulum mandibulae läßt sich, bedingt durch seine Topographie, röntgenologisch nur schwer darstellen. Zur Orientierung diene die folgende Abbildung.



Abb.10: Linkes Gelenk eines mazonierten Schädels nach SOBOTTA - BECHER
(zit. nach SOBOTTA - BECHER (34))

1. Processus condylaris mandibulae
2. Porus acusticus externus
3. Processus mastoideus
4. Fossa temporalis
5. Squama ossis temporalis
6. Ala major ossis sphenoidalis
7. Os zygomaticum
8. Processus coronoideus mandibulae
9. Processus styloideus

Wie im Schrifttum gezeigt, ist die Darstellung der Kiefergelenke problematisch und eine axiale Reproduzierbarkeit bisher unmöglich. Mit der folgenden eigenen Methode wird eine Möglichkeit aufgezeigt, axiale Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks zu reproduzieren.

Durch eine submento - vertikale und eine posterior - anteriore Aufnahme werden die Neigungswinkel der beiden Kondylen, sowohl in der Frontal- als auch in der Horizontalebene festgelegt. Diese Werte werden für eine individuelle schräglaterale Röntgenaufnahme des Kiefergelenks verwendet, wobei sich der Oberkiefer und der Unterkiefer in maximaler Interkuspidation befinden. Somit wird eine den geometrischen Achsen der Gelenkköpfe entsprechende Projektion gefunden.

In der vorliegenden Arbeit werden als Bezugspunkte für die individuelle Röntgenaufnahme des Kiefergelenks in schräglateraler Projektion die Scharnierachse und ein dritter Punkt auf dem Nasenrücken benutzt. Die beiden Scharnierachsenpunkte werden individuell mit dem Scharnierachsenlokalisator nach LAURITZEN (Almore hinge axis locator) bestimmt und in die Haut tätowiert. Der dritte Punkt entsteht durch Verlängerung des Infraorbitalpunkts auf dem Nasenrücken. Auch dieser Punkt wird in die Haut tätowiert.

Die Neigung der Kondylen in der Horizontalebene wird mittels einer Aufnahme mit submento - vertikalem Strahlengang nach CLEMENTSCHITSCH (3) bestimmt.

Bei dieser Aufnahme liegt die Kassette dem Schädel von oben auf, und der Zentralstrahl trifft 2 - 3 fingerbreit von der Kinnspitze entfernt auf die Haut auf. (Abb.8)

Die auf der Röntgenaufnahme sichtbaren Kondylen werden an ihrem medialen und lateralen Pol gekennzeichnet. Die Pole werden von Fall zu Fall vom Autor bestimmt.

Die willkürlich entstandenen Punkte werden durch eine Gerade miteinander verbunden. Ebenso werden zwei Punkte auf der Sutura palatina markiert und miteinander verbunden. Anschließend wird eine zu der Sutura palatina rechtwinkelig verlaufende Gerade so gelegt, daß sie die beiden durch die Kondylen laufenden Achsen schneidet. Die dadurch entstandenen Winkel entsprechen der Neigung der Kondylen in der Horizontalebene.

Die Sutura palatina ist als Bezugsgerade gewählt worden, da sie eine anatomische Linie ist und auf der submento - vertikalen Aufnahme eindeutig festzulegen ist.

Die sich ergebenden Winkel werden mit α und β bezeichnet.



Abb.11: Submento - vertikale Röntgenaufnahme
von Proband C zur Darstellung der Kon-
dylenpole und der Sutura palatina

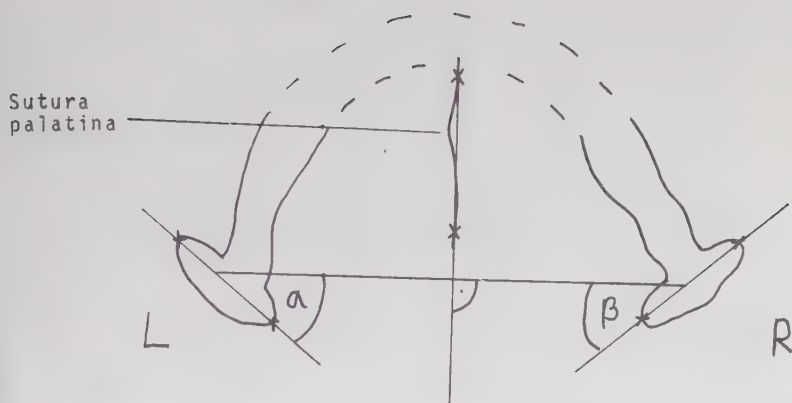


Abb.12: Schematische Darstellung der Bestimmung der Neigung der Kondylen in der Horizontalebene

Für die Aufnahme mit posterior - anteriorem Strahlengang wird die Technik nach CLEMENTSCHITSCH (3) angewendet. Die Aufnahme dient der symmetrischen Darstellung der Neigung der Kondylen in der Frontalebene. Der Kopf des Probanden liegt, genau symmetrisch, leicht nach vorne geneigt, mit Stirn und Nase der Kassette auf. Der Mund ist maximal geöffnet. Der Zentralstrahl ist vom Nacken zur Nasenwurzel gerichtet. (Abb.7)

Die Neigungswinkel der Kondylen in der Frontalebene werden wie bei der submento - vertikalen Aufnahme bestimmt, wobei als Bezugsgerade das Septum nasi osseum genommen wird, da die Sutura palatina auf der posterior - anterioren Aufnahme nicht aus-

reichend hervortritt. Die sich ergebenden Winkel werden mit φ und δ bezeichnet.

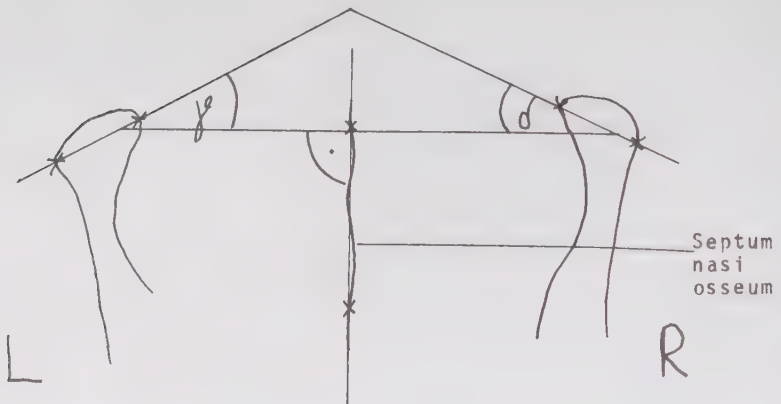


Abb. 13 : Schematische Darstellung der Bestimmung der Neigung der Kondylen in der Frontalebene

Die Winkelwerte der beiden Aufnahmen werden zur Einstellung des Zentralstrahls in schräglateraler Projektion verwendet.

Bei der Aufnahme in schräglateraler Projektion sitzt der zu untersuchende Proband bequem und entspannt im Stuhl, mit Blick geradeaus nach vorn. MOORREES und KEAN (21) weisen darauf hin, daß eine solche natürliche Kopfhaltung relativ konstant ist.

3.2. Einstellgerät

Das Ausgangsgerät in der eigenen Methodik ist der von HANEL (14, 15, 16) entwickelte Bogen.

Das Gerät besteht im wesentlichen aus drei den Kopf des Patienten von oben umfassenden Teilen.

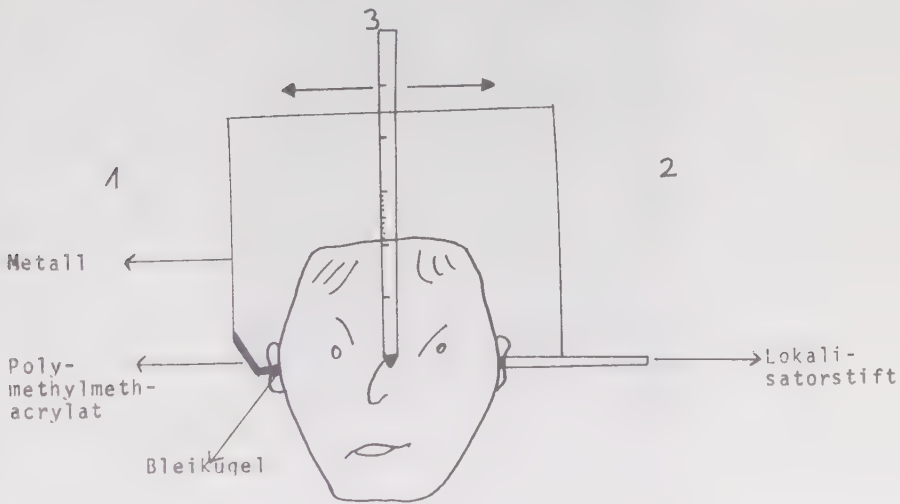


Abb.14: Schematische Darstellung des Bogens

- 1.: Der kurze, dem zu untersuchenden Kiefergelenk anliegende (mit Berührung der Haut und genau auf den tätowierten Scharnierachsenpunkt ausgerichtete) Arm des Geräts besteht in seinem unteren Teil aus Polymethylmethacrylat. Dieses Material hat den Vorteil, röntgenpassiv zu sein.

In dem spitzen Ende dieses Kunststoffteils ist eine Bleikugel von 1,5mm Durchmesser eingelassen. Diese Bleikugel wird bei der Aufnahme in schräglateraler Projektion auf den Scharnierachsenpunkt des zu untersuchenden Kiefergelenks ausgerichtet. Auf dem Röntgenbild erscheint die Kugel als gut erkennbare röntgendichte Struktur, die dem Betrachter als Orientierungshilfe zusätzliche Vergleichs- und Untersuchungsmöglichkeiten erschließt.

- 2.: An der dem Arm 1 gegenüberliegenden Seite befindet sich in dem dortigen filmfernen Arm eine Bohrung, in die der Lokalisatorstift für den zweiten, ebenfalls tätowierten Scharnierachsenpunkt eingebracht ist. Der Stift ist herausnehmbar, was sich bei der Montage des Bogens auf den Kopf eines Probanden als nützliche Hilfe für den Untersucher erweist.

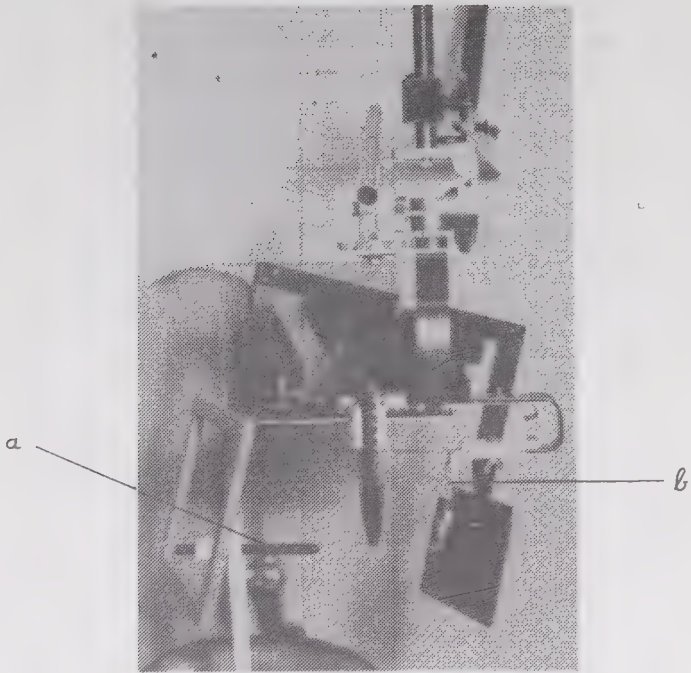


Abb. 15: Der Bogen von vorne

a = herausnehmbarer Lokalisator-
stift

b = fixer Lokalisatorstift

3.: Als dritter Referenzpunkt dient ein auf den Nasenrücken tätowierter Punkt. Er wird in dem durch die mimische Muskulatur schlecht verschiebbaren Teil des Nasenrückens angebracht. An der Vorderseite des Bogens befindet sich ein in der sagittalen, horizontalen und vertikalen Ebene verschiebbarer und mit Meßskalen versehener Lokalisator, der auf den Nasenpunkt ausgerichtet wird. Die metrische Einteilung ermöglicht es, eine einmal eingestellte und in ihren Werten festgehaltene Position des Nasenlokalisators jederzeit zu reproduzieren.



Abb.16: Teilansicht des Bogens von vorne
c = Nasenlokalisator mit metrischer Einteilung

Auf der Oberseite des Gerätes befindet sich ein in der dorsalen und cranialen Exzentrik variabler Teil, der sowohl den Kassettenhalter, als auch den Adapter für die Röntgenröhre aufnimmt. Beide Halter können über eine Schiene abgenommen werden. Die craniale Exzentrik ist ebenso wie die dorsale mit einer Einteilung in Winkelgraden versehen.

Der Neigungswinkel der Kondylen in der Frontalebene wird auf die Winkelskala der cranialen Exzentrik und der Neigungswinkel in der Horizontalebene auf die Winkelskala der dorsalen Exzentrik übertragen.

Durch die rechtwinkelige Verbindung zwischen Adapter und Kassettenhalter trifft der Zentralstrahl immer senkrecht auf den Röntgenfilm.

Der ursprünglich von HANEL vorgesehene Adapter mußte durch einen auf das Röntgengerät Pleodor (Hersteller: Siemens) passenden ersetzt werden. Der Adapter besteht aus einer Halterung für die Röntgenröhre und der Halteschiene für den Bogen.

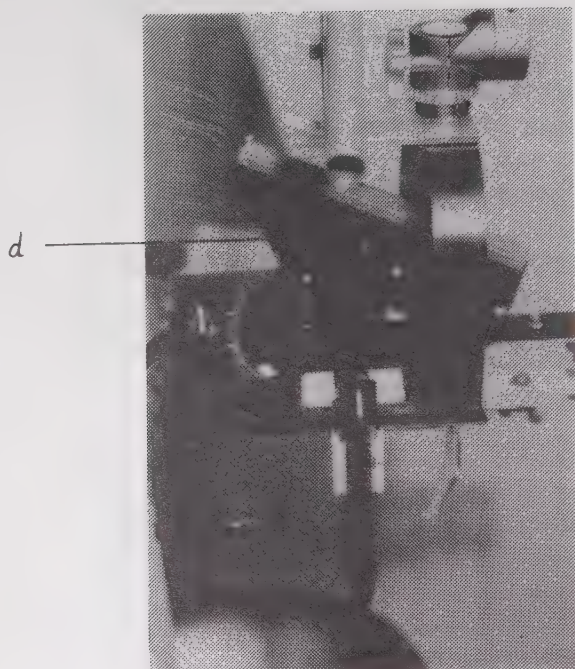


Abb. 17: Teilansicht des Bogens zur Darstellung der dorsalen und cranialen Exzentrik

d = in der dorsalen und cranialen Exzentrik variable Schiene zur Aufnahme des Adapters und des Kassettenhalters

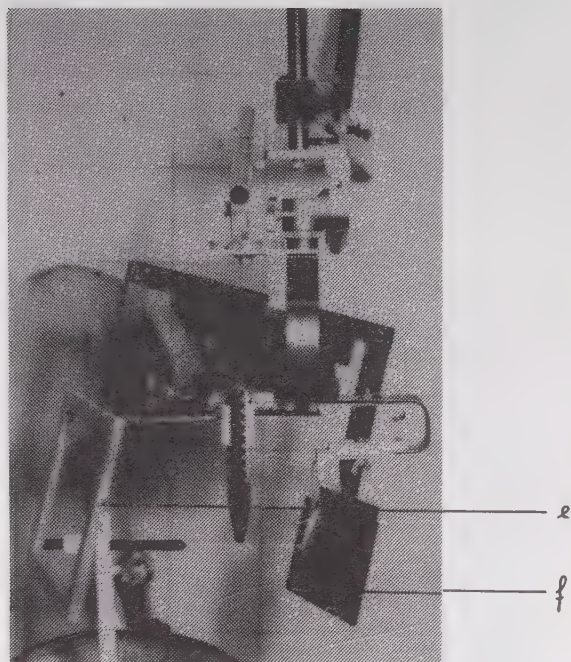


Abb. 18: Der Bogen mit dem Adapter für die
Röntgenröhre und dem Kassettenhalter

e = Adapter für die Röhre

f = Kassettenhalter für die schräg-
laterale Aufnahme

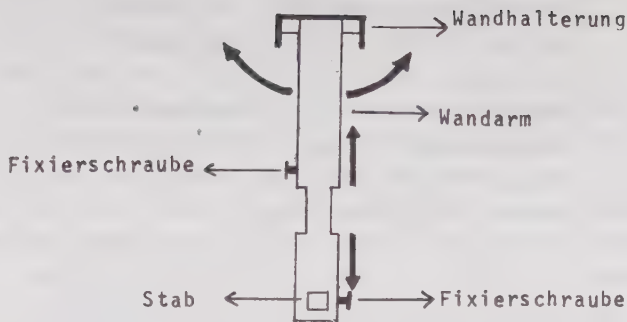


Abb.20: Schematische Ansicht der Wandhalterung von oben

Der Bogen wird nun auf die beiden Scharnierachsenpunkte und den Nasenrückenpunkt am Probanden ausgerichtet. Dann werden die Winkelwerte für die craniale und dorsale Exzentrik eingestellt. Die Werte des Nasenlokalisators in der Sagittalen, Horizontalen und Vertikalen werden notiert.

Diese Einstellung ist nun aufgrund der notierten Werte und aufgrund der tätowierten Punkte jederzeit reproduzierbar, wobei die auf der Röntgenaufnahme dargestellte röntgendichte Struktur, hervorgerufen durch die in den filmnahen Arm eingelassene Bleikugel, als Vergleichspunkt dient.

3.3. Umbau des Bogens

3.3.1. Umänderungen für die submento - vertikale Schädelaufnahme

Die Reproduzierbarkeit der Röntgenaufnahme des Kiefergelenks in schräglateraler Projektion ohne axiale Ausrichtung ist mit dem beschriebenen Röntgenbogen realisiert.

Um aber die Winkel der Kiefergelenkachsen festlegen zu können, muß der Bogen umgebaut werden. Ziel dieses Umbaus soll es sein, sowohl eine submento - vertikale, als auch eine posterior-anteriore und eine Aufnahme in schräglateraler Projektion mit ein und demselben Röntgenbogen zu erhalten.

Die Stabilität der Wandhalterung und damit die des gesamten Bogens muß durch eine zusätzliche Verstrebung erhöht werden. Diese zusätzliche Wandverstrebung ist nötig, um das durch die Umänderung des Bogens entstandene Mehrgewicht aufzufangen.

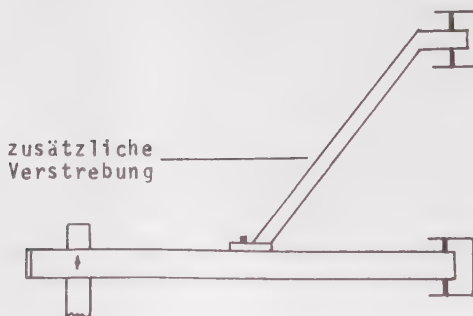


Abb.21: Schematische Darstellung der zusätzli-
chen Verstrebung

Außerdem ist das in alle Richtungen verstellbare Kugelgelenk zwischen Bogen und Halterung durch ein Gelenk mit nur zwei Freiheitsgraden ersetzt worden. Dieses Gelenk ist einem Foto-stativ entnommen und hat den Vorteil, daß beide Freiheitsgrade mit einer Milimetereinteilung versehen sind, so daß nur kontrollierte und reproduzierbare Veränderungen vorgenommen werden können.

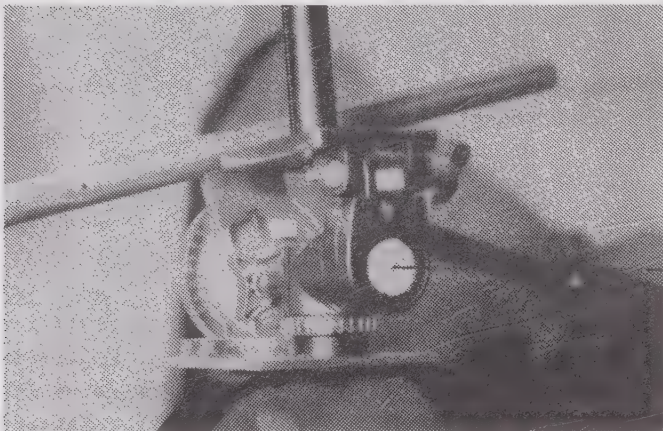


Abb.22: Das neu eingefügte Gelenk
g = zusätzlich eingefügtes Gelenk

Für die submento - vertikale Aufnahme, bei welcher der Proband den Kopf maximal in den Nacken überstreckt und die Kassette dem Hinterkopf anliegt, ist es nun möglich, den Bogen aus seiner normalen senkrechten Stellung in eine waagerechte Stellung zu bringen.

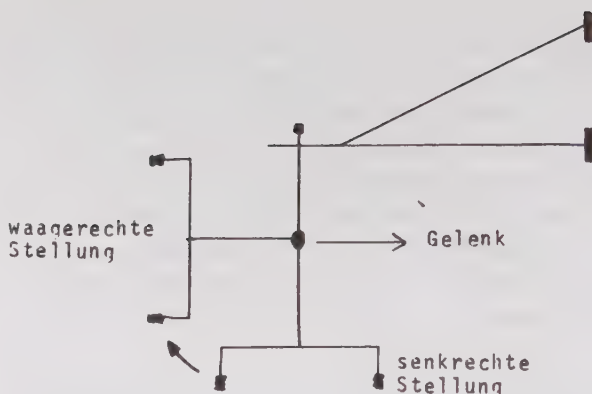


Abb.23: Schematische Darstellung der Schwenkbarkeit des Bogens

In die Grundplatte des Bogens wird ein Kassettenhalter zur Aufnahme einer 13 x 24cm großen Kasette eingeschraubt. Durch die Kassettenhalterung und die Dicke der Kasette sind sowohl der linke Arm mit dem herausnehmbaren Lokalisatorstift, als auch der rechte Arm mit dem starren Lokalisatorstift zu kurz geworden. Sie werden beide um 3,8cm verlängert. Bedingt durch die Größe der Kassettenhalterung muß der linke starre Lokalisatorstift mit einem neuen Arm um die Halterung herum in seine alte Position geführt werden (Abb.25). Ebenfalls mit diesem Arbeitsgang verbunden ist die Montage einer neuen Schiene mit metrischer Einteilung, in welcher der linke, ehemals starre Lokalisator verschiebbar befestigt ist.

An dem Arm des Bogens, an welchem sich der herausnehmbare Lokalisatorstift befindet, wird eine Ver-

längerungsstange mit einem dazugehörigen Adapter für die Röntgenröhre des Pleodor montiert. Die Verlängerungsstange ist abnehmbar konstruiert. Der Abstand zwischen der Vorderseite der Kassette und dem Adapterrahmen beträgt 95,5cm.

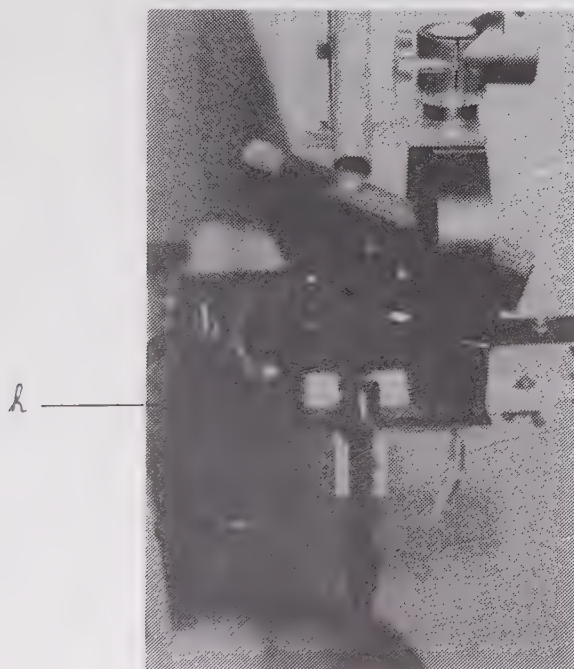


Abb.24: Teilansicht des Bogens zur Darstellung des unter der Grundplatte sichtbaren Kassettenhalters

h = Kassettenhalter für die s - v Aufnahme
(s - v = submento - vertikal)

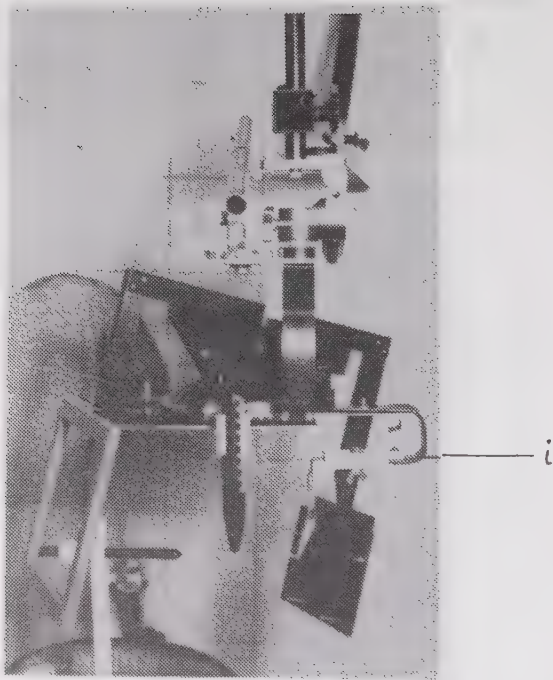


Abb.25: Der Bogen von vorne zur Darstellung des
umgestalteten linken Arms
i = linker Arm mit dem verschiebbaren
Lokalisator

Mit dem so umgebauten Bogen ist es möglich, die Aufnahme mit submento - vertikalem Strahlengang durchzuführen. Der Bogen wird dazu aus der senkrechten in die waagerechte Stellung gedreht und eine Kassette in den jetzt ebenfalls waagerecht

stehenden Kassettenhalter eingelegt. Anschließend wird der Bogen auf die eingangs erwähnten drei Bezugspunkte an dem in den Nacken überstreckten Kopf des Probanden fixiert. Der an dem herausnehmbaren, also rechten Lokalisatorhalter angebrachte Adapter mit der dazugehörigen Verlängerung dient der Einorientierung des Röntgengeräts.

Um eine Serie von Probeaufnahmen mit submento - vertikalem Strahlengang zu erhalten, wird ein mazerierter Schädel auf ein Stativ montiert und anschließend an einem zahnärztlichen Behandlungsstuhl befestigt.

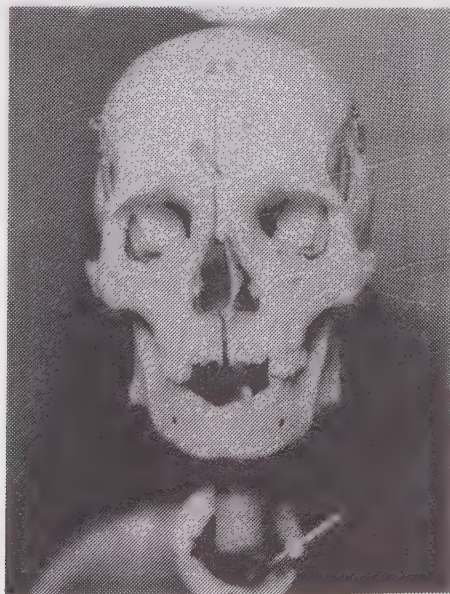


Abb.26: Der montierte, mazerierte und teilbe-
zahnte Schädel

Die folgenden zwei Abbildungen 27 und 28 zeigen aus verschiedenen Perspektiven den waagrecht gestellten Bogen mit eingelegter Kassette. Ebenfalls erkennbar sind die zusätzliche Verlängerung und der Adapter. Der Schädel wurde in derjenigen Position montiert, in welcher sich später die Probanden bei der submento - vertikalen Aufnahme befinden sollen.

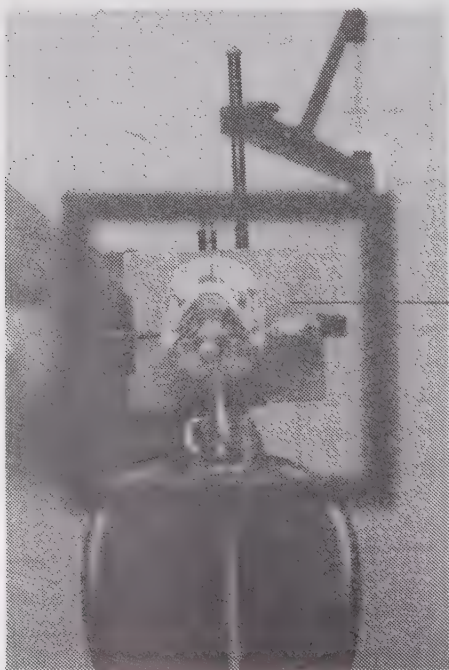


Abb.27: Der Aufbau für die Aufnahme mit submento - vertikalem Strahlengang
j = Die in den Kassettenhalter eingelegte 18 x 24cm große Kassette

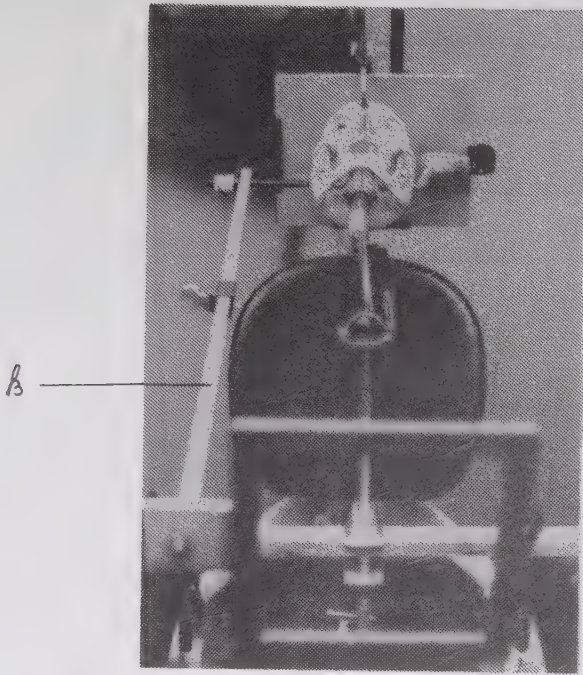


Abb.28: Der Aufbau für die submento - vertikale Aufnahme von schräg oben vorne
k = Verlängerungsstab (Abstand Kassette - Adapterrahmen = 95,5cm)

Um die Neigung der Kondylen in der Horizontalen zu ermitteln, werden in der auf den Abbildungen 27 und 28 ersichtlichen Position Röntgenaufnahmen des Schädels angefertigt. Als Röntgengerät wird der Pleodor (Hersteller:Siemens) verwendet.

Die Eigenfilterung des Pleodor beträgt 1mm Al. Die Kilovoltleistung ist von 40 bis 100 kV variabel, wobei bei 40 - 50 kV 50 mA, bei 55 - 65 kV 44 mA, bei 70 - 78 kV 37 mA, bei 82 - 90 kV 31 mA und bei 95 - 100 kV 25 mA vom Gerätehersteller fest vorgegeben sind. Bei Verwendung von 50 kV, 50 mA und 0,4 s werden die beiden Kondylen mit Ausnahme des lateralen Viertels in ihren Umrissen gut beurteilbar abgebildet, ebenso die Sutura palatina des Oberkiefers als Bezugsgerade.

Anschließend werden die Gelenkköpfchen an ihrem lateralen und medialen Pol durch jeweils einen 2mm breiten Metallstreifen und in ihrem Umfang durch einen Metalldraht gekennzeichnet. Auf der ebenfalls mit 50 kV, 50 mA und 0,4 s angefertigten Röntgenaufnahme zeigt sich eine klare Obereinstimmung zwischen den Umrissen der Kondylen und der Lage der Metallmarkierungen.

Bei allen submento - vertikalen Aufnahmen wird eine 19 x 24cm große Kassette mit einer Micro Vor- und Rückfolie verwendet. Als Film kommt der Cronex 2, Blue Base (Hersteller:Dupont) zur Anwendung.

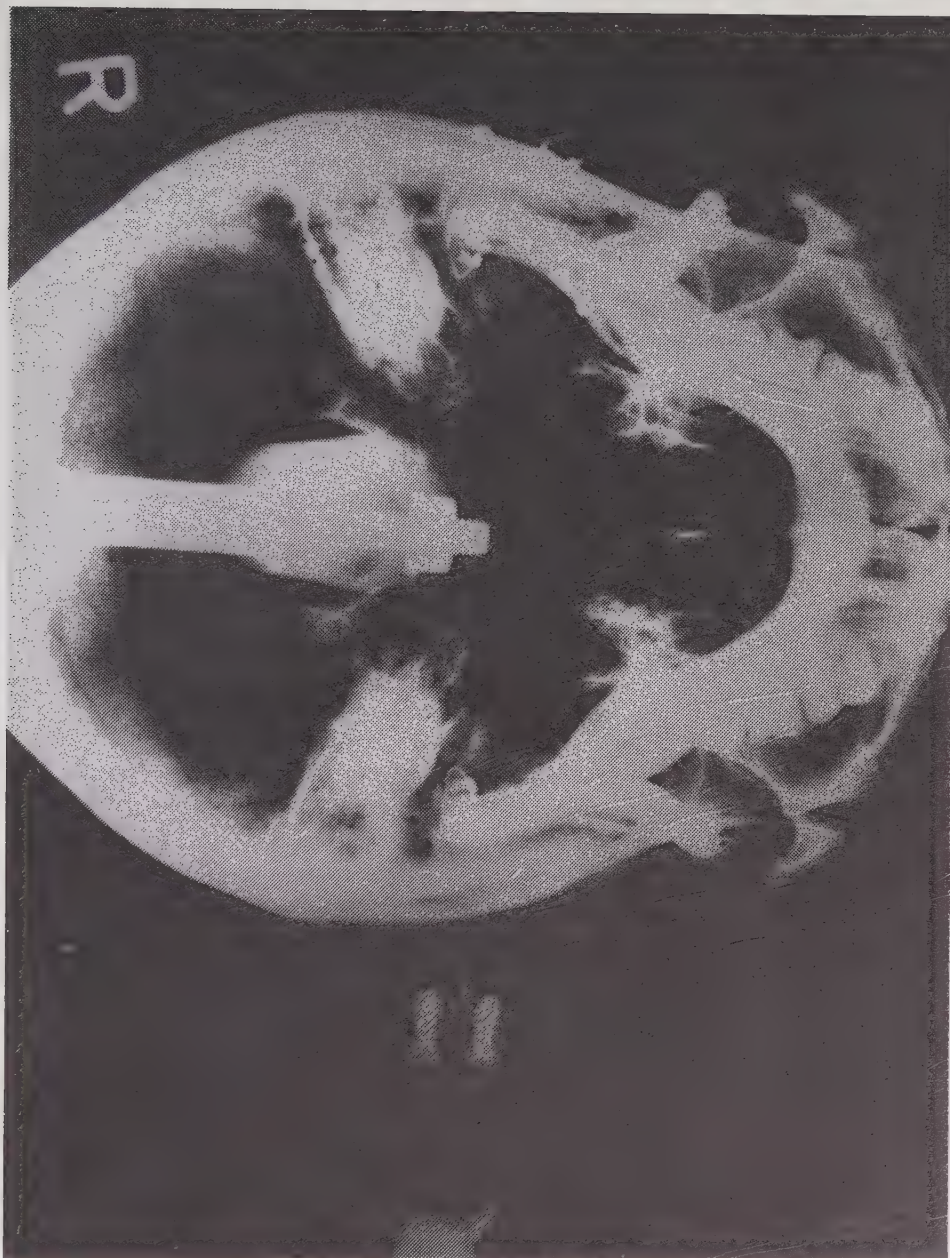


Abb.29: Submento - vertikale Röntgenaufnahme des Schädels (die Kondylen sind mit Metallmarkierungen versehen)

3.3.2. Umänderungen für die posterior - anteriore Schädelaufnahme

Bei der Aufnahme mit posterior - anteriorem Strahlengang wird die Technik nach CLEMENTSCHITSCH (3) verwendet. Bei dieser Aufnahme berühren die Probanden entweder mit Stirn und Nase die vor dem Gesicht befindliche Kassette, oder die Kassette befindet sich parallel zu Stirn und Nasenspitze in einem geringen Abstand vor dem Gesicht des Probanden. Der Mund ist maximal geöffnet, damit die Kondylen unter das Tuberculum articulare treten und damit frei von störenden Oberprojektionen sind.

Die Aufnahme mit posterior - anteriorem Strahlengang erweist sich gegenüber der Aufnahme nach ZIMMER (49) mit anterior - posteriorem Strahlengang als vorteilhafter, da es für den Probanden und den Untersucher eindeutiger ist, die Kassette auf oder parallel zu Stirn und Nase zu orientieren, als auf einen Punkt am Hinterkopf, wie dies bei der Technik nach ZIMMER (49) notwendig ist. In den Vorversuchen stellt sich heraus, daß die Forderung nach maximal geöffnetem Mund aufrecht erhalten werden muß, da bei einem nur teilweise geöffnetem Mund die Kondylen nicht komplett von der Struktur der Gelenkgrube freiprojiziert werden.

Für die posterior - anteriore Aufnahme wird zwischen Gelenk und Bügelhalterung des Bogens eine 10 x 9cm große Platte aus Aluminium montiert.

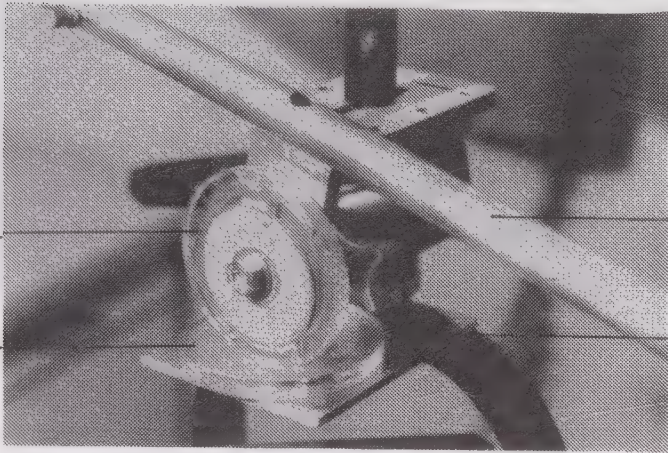


Abb.30: Teilansicht des Bogens zur Darstellung der zusätzlich montierten Teile für die posterior - anteriore Aufnahme

l = Aluminiumplatte;

m = dreh- und schwenkbarer Arm

n = Skaleneinteilung für die Schwenkbewegung

o = Skaleneinteilung für die Drehbewegung

Die Platte dient der Aufnahme eines sowohl drehbaren als auch schwenkbaren Arms. Die Drehbewegung ist ebenso wie die Schwenkbewegung über eine metrische Skaleneinteilung kontrollierbar.

Das eine Ende des Arms dient der Aufnahme eines in der Höhe verstellbaren Kassettenträgers, während die andere Seite den Abstandhalter und den ebenfalls verstellbaren Adapter für die Röntgenröhre des Pleodor trägt.

Der Arm ist schwenkbar gestaltet, da sonst die Forderung von CLEMENTSCHITSCH (3) über den Verlauf des Zentralstrahls bei der posterior-anterioren Aufnahme nicht zu erfüllen ist. Bei dieser Aufnahme soll der Zentralstrahl, in der Nackenregion ein tretend, senkrecht auf die vor dem Gesicht des Patienten befindliche Kassette auf treffen.

Die Drehbewegung soll den Röntgenbogen auch für andere Aufnahmetechniken verwendbar gestalten. Zu nennen sind hier die Techniken nach HOFRATH (3) und TVEITO(41).

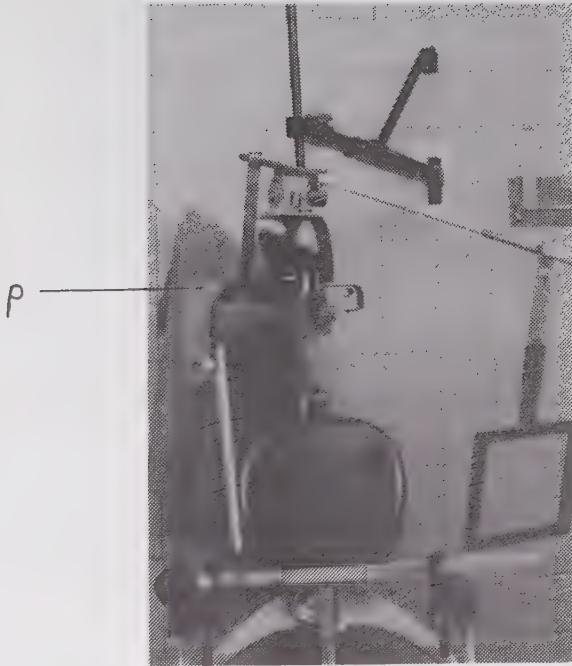


Abb.31: Der komplett für die p - a Aufnahme
montierte Bogen (p - a = posterior -
anterior)
p = Kassettenhalter für die p - a
Aufnahme

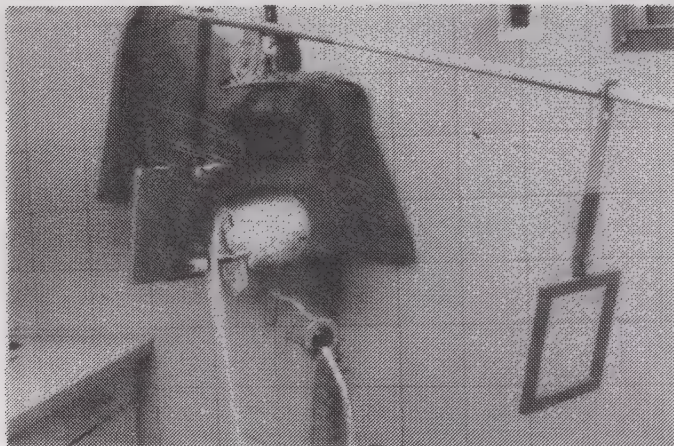


Abb. 32 : Der Aufbau mit Schädel für die Aufnahme
mit posterior - anteriorem Strahlengang

Abbildung 32 zeigt die leicht nach vorne abgewinkelte Haltung des Schädels und die Neigung des Haltearms, damit der Zentralstrahl, etwa 10° bis 20° gegen die Horizontale geneigt, in der Nackenregion eintretend, senkrecht auf die Kassette trifft.

Der Abstand zwischen der Vorderseite der Kassette und dem Adapterrahmen beträgt 95,5cm.

Auf den Abbildungen 31 und 32 ist jeweils in der linken Bildhälfte der an dem Arm mit dem herausnehmbaren Lokalisatorstift montierte Verlänge-

rungsstab (k) für die submento - vertikale Aufnahme zu erkennen. Dieser Verlängerungsstab dient als Abstandshalter bei der s - v Aufnahme. Er wird bei allen späteren Aufnahmen mit posterior - anteriorem Strahlengang abgenommen, da er in montiertem Zustand den Platz des sitzenden Probanden zu sehr einschränkt.

Mit dem so umgebauten Bogen ist es möglich, die Aufnahme mit posterior - anteriorem Strahlengang anzufertigen. Zu diesem Zweck wird der Bogen auf die Scharnierachsenpunkte des Probanden fixiert. Anschließend wird der Kassettenthalter und der Abstandshalter mit dem Adapter so auf den Bogen montiert, daß die Kassette in geringem Abstand vor dem Gesicht des Probanden liegt. Es ist nicht möglich, die Kassette in Berührung mit Nase und Stirn zu bringen, da der unter der Grundplatte montierte Kassettenthalter für die s - v Aufnahme ein weiteres Heranschieben der Kassette an das Gesicht des Probanden bei der p - a Aufnahme verhindert. Der Lokalisator für den auf den Nasenrücken tätowierten Punkt wird nicht aufgesetzt, da es sich bei den Probeaufnahmen herausstellt, daß der aus Metall bestehende Arm des Lokalisators auf der p - a Röntgenaufnahme röntgendichte Strukturen hinterläßt, die eine einwandfreie Beurteilung des Röntgenbilds unmöglich machen.

In der auf Abbildung 32 gezeigten Haltung wird der Schädel mit posterior - anterior - Strahlengang geröntgt.

Bei allen posterior - anterioren Aufnahmen wird eine 18 x 24cm große Kasette mit einer Micro Vor- und Rückfolie verwendet. Als Film kommt der Cronex 2, Blue Base (Hersteller: Dunont) zur Anwendung.

Bei 45 kV, 50 mA und 0,35 s treten beide Kondylen in ihren Umrissen gut durchzeichenbar auf, ebenso das Septum nasi osseum als Bezugsgerade. Der maximal geöffnete Mund, der bei der posterior - anterioren Aufnahme nötig ist, damit die Kondylen nach vorne unter das Tuberculum articulare treten, wird mittels eines zwischen den Zahnreihen eingelegten Holzkeils an dem mazerierten Schädel simuliert.

Anschließend werden die Kondylen an ihrem lateralen und medialen Pol durch jeweils einen 2mm breiten Metallstreifen und in ihrem Umfang durch einen Metalldraht gekennzeichnet. Auf der ebenfalls mit 45 kV, 50 mA und 0,35 s produzierten Röntgenaufnahme zeigt sich eine verzerrungsfreie Übereinstimmung zwischen dem Umriß der Kondylen und der Lage der Metallmarkierung.

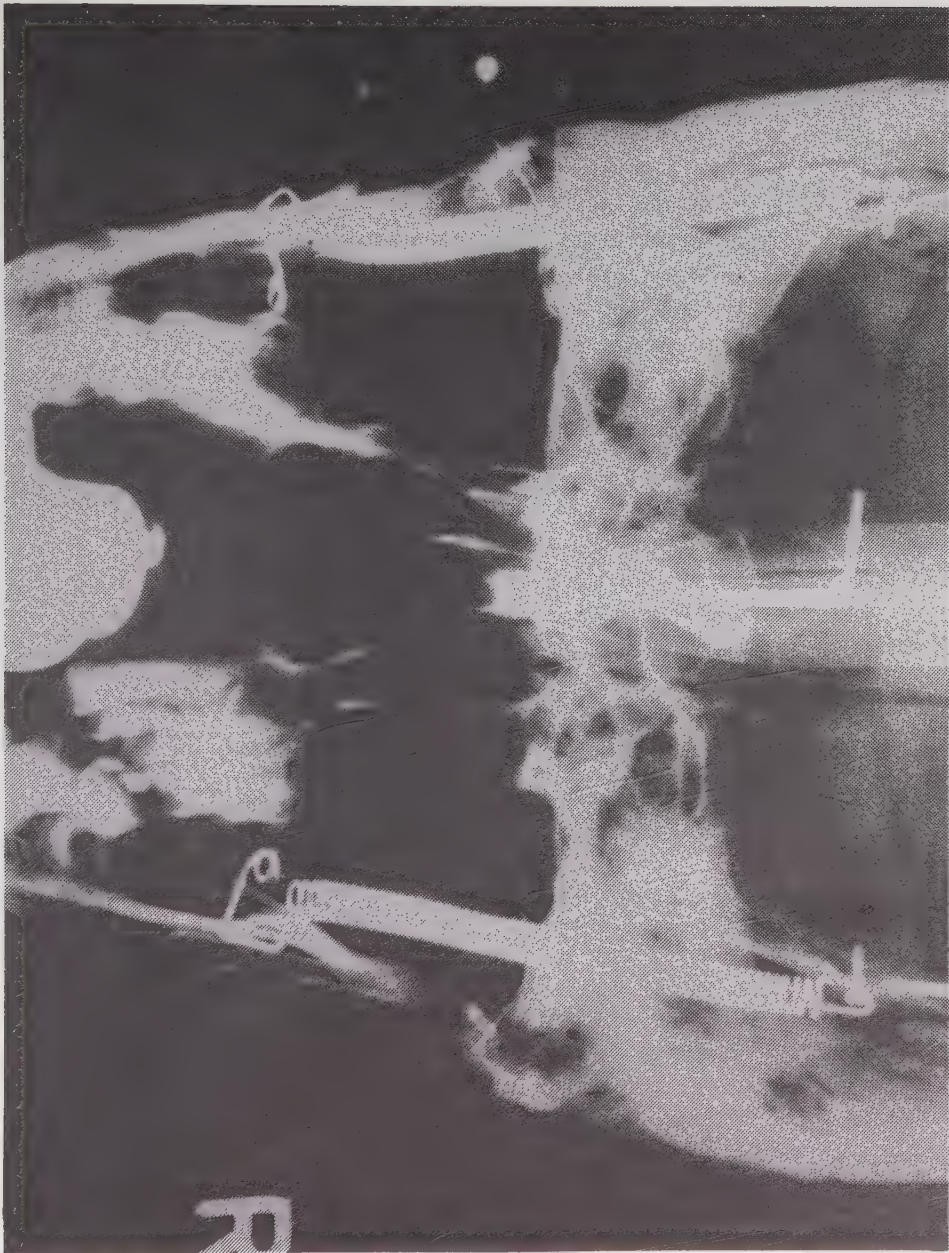


Abb.33: Posterior - anteriore Röntgenaufnahme des
Schädels (die Kondylen sind mit Metallmar-
kierungen versehen)

3.3.3. Umänderungen für die individuelle, schräglaterale Schädelaufnahme

Bei der Aufnahme mit schräglateralem Strahlengang wird der Bogen auf die in die Haut tätowierten Scharnierachsenpunkte und den Nasenrückenpunkt ausgerichtet. Der Proband soll dabei entspannt mit Blick geradeaus sitzen und die Zahnreihen in maximaler Interkuspidation zueinander halten. Craniale und dorsale Winkelgrade des Zentralstrahls werden bei jedem Probanden individuell nach Auswertung der Neigung der Köpfchenachse in der Frontal- und Horizontalebene eingestellt. Es werden hier die auf der submento - vertikalen und der posterior - anterioren Aufnahme gemessenen Winkel verwendet.



Abb. 34: Der für die schräglaterale Aufnahme
fertig montierte Bogen

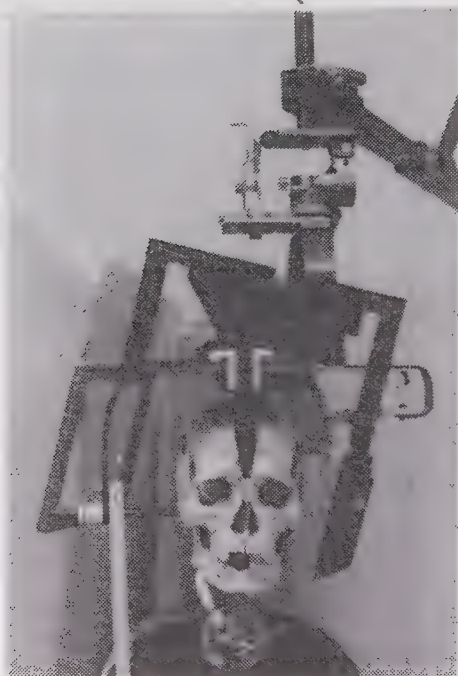


Abb. 35: Der Bogen mit Schädel von vorne



Abb. 36: Der Bogen mit Schädel von der Seite

Wie sich in praxi herausstellt, stört die unter dem Gelenk einmontierte, zur Aufnahme der Zusatzapparatur für die posterior - anteriore Aufnahme dienende Aluminiumplatte (Abb.30) den in der dorsalen und cranialen Exzentrik variablen Schlitten bei großen cranialen Winkelwerten der Kondylen.

Stärkere Neigungen der Kondylen in der Frontalebene als 22° sind nicht einstellbar. Deshalb werden die beiden an der Grundplatte des Bogens festmontierten Haltebügel jeweils um 6cm verlängert, so daß jetzt Winkelwerte bis 32° für die craniale Exzentrik einstellbar sind. Die dorsale Exzentrik, die die Neigung der Kondylen in der Horizontalebene nachahmen soll, ist von -35° - $+35^{\circ}$ eingeteilt.

Die praktische Anwendung zeigt, daß die Grenzwerte von 32° für die craniale Exzentrik und $+35^{\circ}$, beziehungsweise -35° für die dorsale Exzentrik ausreichend sind zur Nachahmung der individuell verschieden stark geneigten Achsen der Kondylen in der Frontalen und in der Horizontalen.

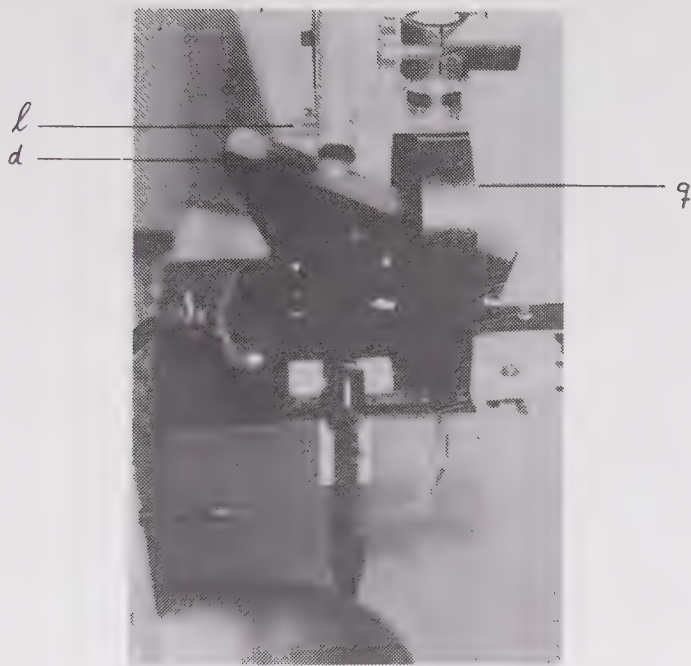


Abb. 37: Teilansicht des Bogens zur Darstellung
der Beziehung zwischen Schlitten (d)
und Platte (l)
q = Haltebügel (noch nicht verlängert)

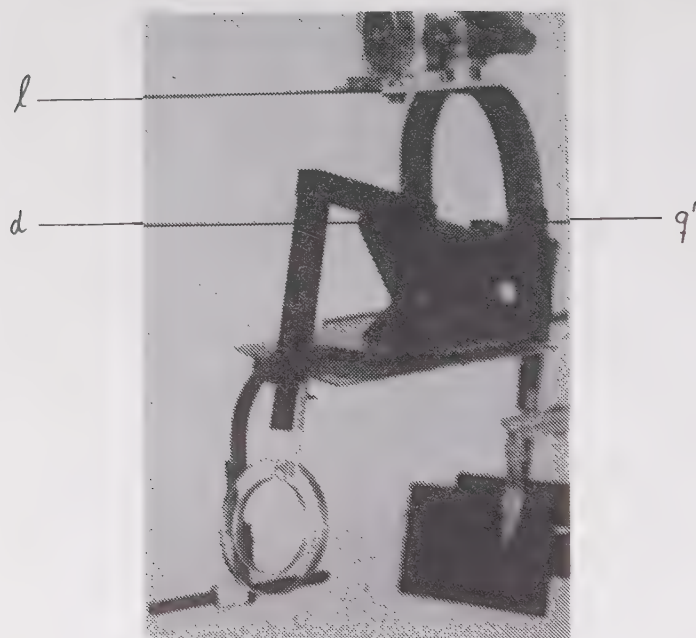


Abb. 38: Teilansicht des Bogens zur Darstellung der Beziehung zwischen Schlitten (d) und Platte (l)
q' = Haltebügel (verlängert)

Um die Vergleichsmöglichkeiten der schräglateralen Aufnahme zusätzlich zu erhöhen, wird eine zweite Bleikugel in den verschiebbaren, dem zu untersuchenden Kiefergelenk anliegenden Lokalisator eingelassen. Es zeigen sich nun bedingt durch die Bleikugeln auf jeder Röntgenaufnahme des Kiefergelenks zwei deutliche, kreisrunde, röntgendichte Strukturen, die als Referenz- und Vergleichspunkte verwendet werden können. Der Betrachter kann jetzt, nachdem die röntgendichten Strukturen zur Deckung gebracht worden sind, die Reproduzierbarkeit zweier zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommenen Röntgenaufnahmen des selben Gelenks objektiver beurteilen.

Wie CLEMENTSCHITSCH (3) nachweist, stellen sich die Obergänge zwischen verschieden stark geschwärzten Bildteilen einer Röntgenaufnahme nicht als scharf begrenzte Linie, sondern als unregelmäßig verlaufende Fläche dar, so daß der Betrachter zweier reproduzierter Röntgenaufnahmen eine Obereinstimmung im Bereich von $1/10 - 5/10\text{mm}$ als deckungsgleich einstuft. Im folgenden wird ebenso verfahren.

Die schräglateralen Aufnahmen am Schädel werden unter Verwendung einer 9 x 12cm großen Kassette (Hersteller:Cawo) mit dem Röntgenapparat Pleodor (Hersteller:Siemens) angefertigt. Als feinzeichnende Verstärkerfolie wird die Saphir Universalfolie (Hersteller:Siemens) benutzt. Von Dupont wird der 9 x 12cm Film Cronex 2, Blue Base verwendet. Bei Werten von 55 kV, 44 mA und 0,55 s stellt sich das rechte Kiefergelenk des Schädels einwandfrei dar. Sowohl die Kompakta, als auch die Spongiosa sind gut durchgezeichnet, ebenso die Kompakta der Gelenkgrube und des Tuberculum articulare. Der Gelenkraum ist deutlich erkennbar, wobei eine Verschmälerung im cranialen Anteil, hervorgerufen durch eine Verlagerung des Kondylus nach cranialwärts, zu beobachten ist.

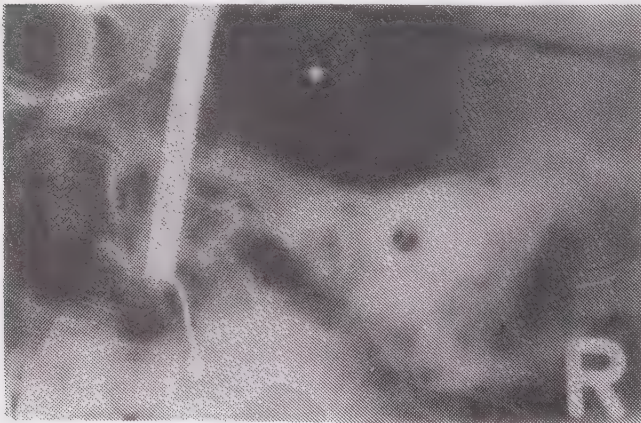


Abb. 39: Die individuelle schräglaterale Aufnahme vom rechten Kiefergelenk des markierten Schädels

Um die Aussagekraft und die Vergleichsmöglichkeiten zwischen rechtem und linkem Gelenk zu erhöhen, wird die 9 x 12cm große Kassette durch eine Bleiplatte, die über ein Klettband an der Kassette befestigt ist, in zwei gleiche Hälften geteilt, so daß es möglich ist, auf der einen Hälfte das rechte und auf der anderen Hälfte das linke Kiefergelenk abzubilden.

Bei der Aufnahme mit schräglateralem Strahlengang am mazerierten Schädel werden für die cranial- und dorsalexzentrische Einstellung des Zentralstrahls die auf der submento - vertikalen und der posterior - anterioren Aufnahme gemessenen Achsenstellungswinkel der Kondylen in der Frontal- und Horizontalebene verwendet. Die Neigung in der Horizontalen, gemessen auf der s - v Aufnahme (Abb.29), beträgt für den rechten Kondylus des Schädels 18° und für den linken 20° . Die auf der p - a Aufnahme (Abb.33) gemessene Neigung in der Frontalebene beträgt für den rechten Kondylus 23° und für den linken 16° .

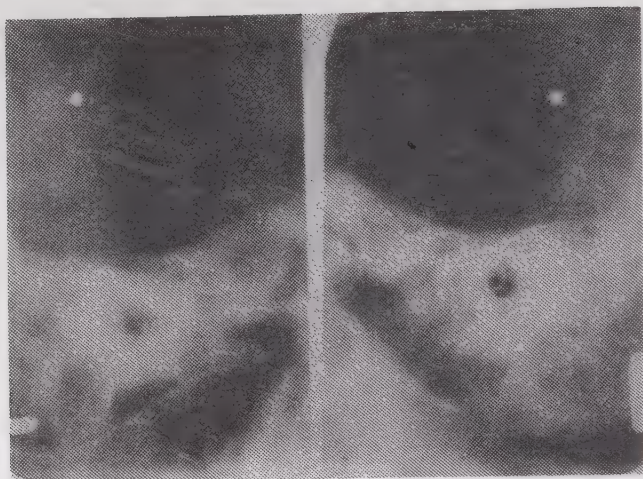


Abb.40: Das rechte und linke Kiefergelenk
des mazerierten Schädels

Die Abbildung zeigt das rechte und linke Gelenk zufriedenstellend dargestellt. Rechts und links sind die durch Bleikugeln entstandenen röntgen-dichten Strukturen zu erkennen. Ebenfalls erkennbar ist die Obereinstimmung zwischen den Metallmarkierungen und den Kondylenumrissen.

Der Gelenkraum ist auf beiden Seiten klar begrenzt. Er ist beidseitig im dorsalen Bereich verschmälert.

4. AUFNAHMEN IN DEN DREI EBENEN AM PATIENTEN

Die Probeaufnahmen an 64 Probanden ergeben bei Verwendung des Röntgenapparats Pleodor 100 kV, 25 mA und 1,7 s als Werte für die submento - vertikale Aufnahme. Für die posterior - anteriore Aufnahme ergeben sich 100 kV, 25 mA und 1,25 s bei Verwendung des selben Röntgenapparats. Für beide Aufnahmen wird eine Micro Vor- und Rückfolie in einer 18 x 24cm großen Kassette benutzt.

Bei den Vorversuchen zeigt es sich, daß der oben erwähnte Röntgenapparat Pleodor für die Aufnahme mit schräglateralem Strahlengang keine zufriedenstellenden Ergebnisse bringt. Eine ausreichende Bild- und Kontrastschärfe bei Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks sind mit dem Pleodor nicht zu erzielen.

Die endgültigen schräglateralen Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks werden mit dem Röntgengerät Heliodent 70 "Dentotime" (Hersteller : Siemens) hergestellt. Dieser Apparat hat 70 kV und 7 mA. Bei den in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks werden 0,5 s als Belichtungszeit unter Verwendung der Saphir Universal Vor- und Rückfolie (Hersteller: Siemens) und des 9 x 12cm großen Röntgenfilms Cronex 2, Blue Base gebraucht.

Wie sich bei den Probeaufnahmen herausstellt, ergibt der auf dem Heliodent 70 festmontierte Langtubus von 15,5cm Länge zwar kontrastreiche Aufnahmen, aber die Oberprojektion des geröntgten Kiefergelenks durch das filmferne Gelenk kann sich störend in der Beurteilung des Röntgenbilds auswirken. Aus diesem Grunde wird der handelsübliche Langtubus von 15,5cm durch einen Kurztubus von 1cm Länge ersetzt.

Die schräglateralen Aufnahmen sind damit frei von Oberprojektionen, aber nicht mehr so kontrastreich wie mit dem Langtubus.

Bei der schräglateralen Aufnahme müssen sich die Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers in maximaler Interkuspitation befinden, da sonst eine Reproduzierbarkeit der Kiefergelenkaufnahmen nicht gewährleistet ist.

Der Versuch, den Heliodent 70 auch für die submento - vertikale und die posterior - anteriore Aufnahme zu verwenden, scheitert an der erhöhten Strahlenbelastung und der durch die Bauart bedingten zu kleinen Strahlenaustrittsöffnung.

Zum Schluß der Umbauten muß für die schräglaterale Aufnahme der auf den Abbildungen 15, 18, 25, 34, 35 und 36 gezeigte Adapter für die Röntgenröhre des Pleodor durch einen kreisrunden, auf den Heliodent 70 passenden Adapter ersetzt werden.

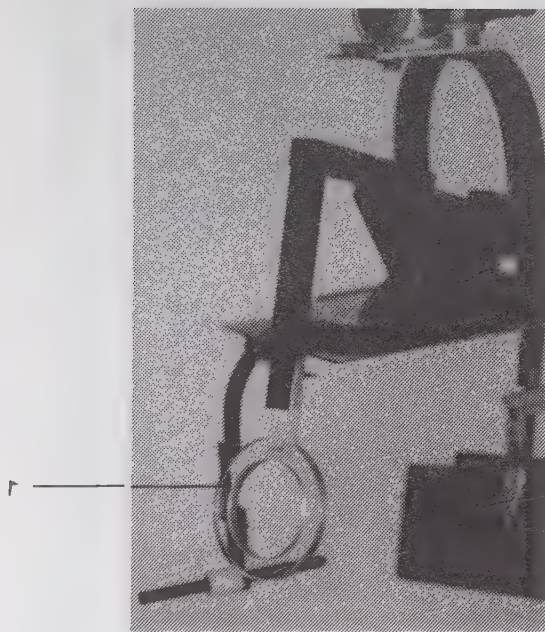


Abb. 41: Der Bogen von vorne

r = Der auf den Heliocent 70 passenden
Adapter



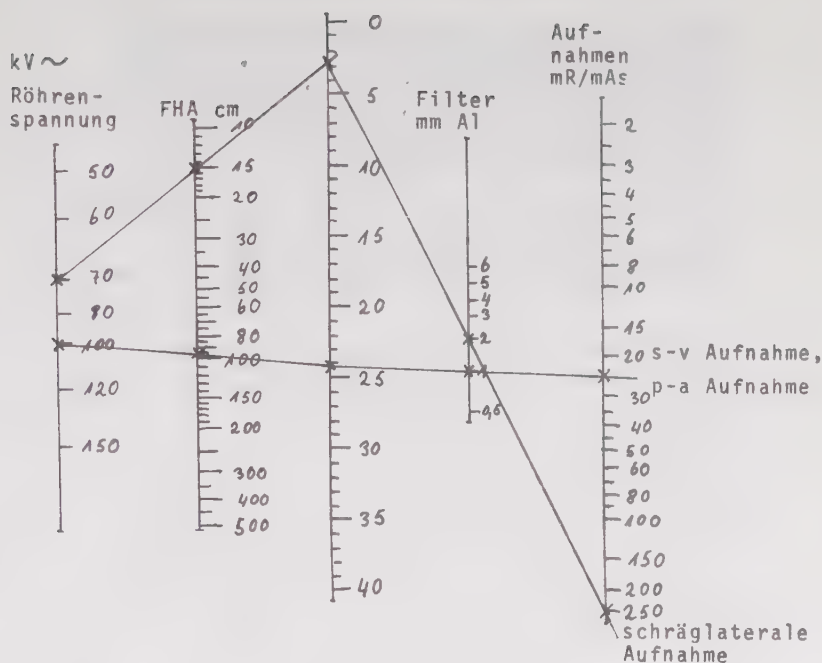
Abb. 42: Der Bogen von vorne, mit Maßangaben versehen



Abb. 43: Der Bogen von vorne, mit Maßan-
gaben versehen

Um die Strahlenbelastung der Probanden möglichst gering zu halten, tragen sie bei jeder Röntgenaufnahme eine Ganzkörperbleischürze mit einem Bleigleichwert von 0,5mm. Zusätzlich wird bei der submento - vertikalen und der posterior - anterioren Aufnahme das Strahlenfeld bis auf das benötigte Minimum abgeblendet.

Die verbleibende Strahlenbelastung wird unter Verwendung des "Normogrammes zur Ermittlung der Hautdosis des Patienten" berechnet. Es ergeben sich für die s - v Aufnahme 1062,5 mR, für die p - a Aufnahme 731,3 mR und für die schräglaterale Aufnahme 375 mR. Insgesamt errechnet sich bei einer s - v, einer p - a und zwei schräglateralen Aufnahmen eine Gesamtbelastung von 3593,8 mR. diese Belastung erhöht sich auf 5343,8 mR, falls die schräglateralen Aufnahmen reproduziert werden. Die Belastung von 5343,8 mR entspricht damit ungefähr den von SONNABEND (35) für einen Röntgenstatus mit 11 einzelnen Aufnahmen (im Format 3 x 4) angegebenen 5000 mR.



kV ~: Einpuls-Generatoren und Aufnahmen mit
Zweipuls-Generatoren

Abb. 44: Normogramm zur Ermittlung der Hautdosis (Pleodor: Einpuls-Generator, 1mm Al Eigenfilterung; 100 kV, 25 mA, 1,7 s und 95,5cm Fokus - Haut Abstand bei der s-v Aufnahme; 100 kV, 25 mA, 1,25 s und 95,5 cm FHA bei der p-a Aufnahme. Heliodont 70: Einpuls-Generator, 2 mm Al Eigenfilterung, 70 kV, 7 mA, 0,5 s und 15 cm FHA bei der schräglateralen Aufnahme.)

5. ERGEBNISSE

5.1. Beschreibung der Röntgenaufnahmen

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebene eigene Methodik wird an 10 Probanden beiderlei Geschlechts unter Verwendung des umgebauten Röntgenbogens erprobt.

In diesem Kapitel werden die Aufnahmen einzeln gezeigt und erläutert, im nächsten Kapitel dann tabellarisch ausgewertet.

Beurteilungskriterien bei allen Röntgenaufnahmen sind die Umrisse der Kondylen, die Kompakta und die Spongiosa. Auf der p - a Aufnahme wird zusätzlich der Gelenkraum, der bei maximal geöffnetem Mund rechts und links zwischen Kondylus und Tuberculum articulare zu sehen ist, mitbeurteilt. Für die schräglaterale Aufnahme wird außer dem Gelenkraum das Tuberculum articulare und die Gelenkgrube mit in die Betrachtung einbezogen.

Zur Beurteilung der Gelenkstrukturen können nur die knöchernen Begrenzungen herangezogen werden, da sich Knorpelstrukturen, wie zum Beispiel der Discus articularis und der Knorpel über Kondylus und Tuberculum, mit der vorgestellten Röntgentechnik nicht abbilden lassen.

Proband: A

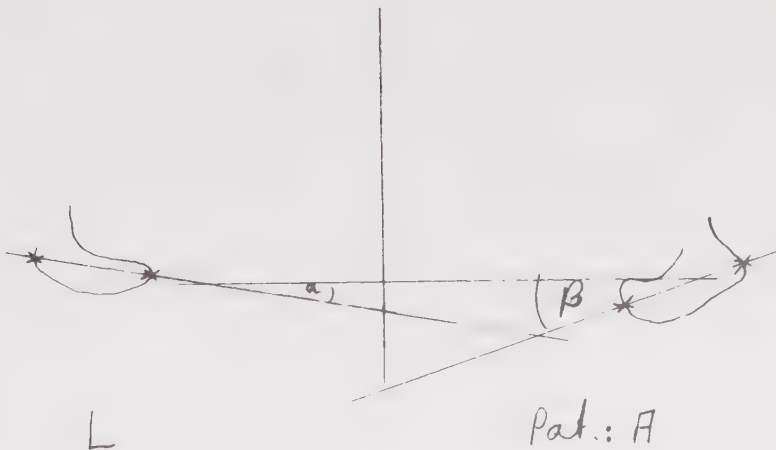
geboren: 12.9.57

Geschlecht: männlich

Beide Kondylen sind in ihren Begrenzungen auf der s - v Aufnahme zufriedenstellend wiedergegeben. Spongiosa und Kompakta sind nicht durchgehend beurteilbar. Die Sutura palatina des Oberkiefers ist ausreichend zur Abbildung gekommen.

Die Achsstellungswinkel betragen rechts 19° und links 9° (dorso - exzentrisch).

ventral



dorsal

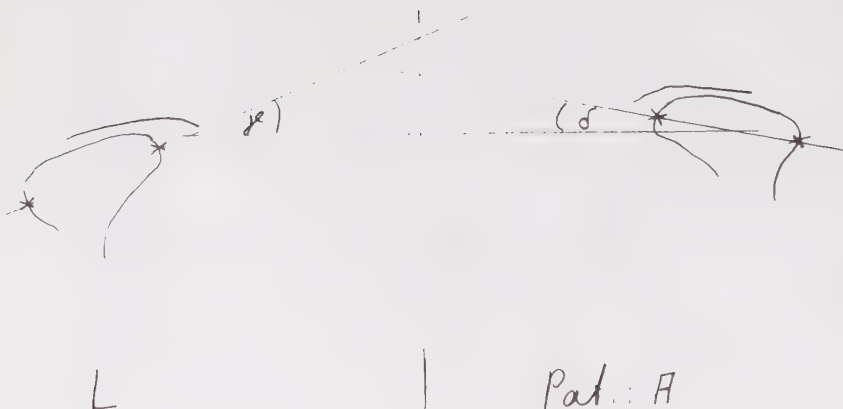
Abb. 45: Durchzeichnung der s-v Aufnahme

$\alpha = 9^{\circ}$, $\beta = 19^{\circ}$

Auch auf der p - a Aufnahme sind beide Kondylen klar gezeichnet, ebenso das Septum nasi osseum als Bezugsgerade. Bei guter Darstellung der Umrissse der Gelenkköpfchen ist die Spongiosa der beiden Kondylen nicht durchgehend beurteilbar, desgleichen die Kompakta. Der Gelenkraum scheint auf beiden Seiten gleich schmal abgebildet.

Die Achsstellungswinkel betragen links 23° und rechts 10° (cranio - exzentrisch).

cranial



caudal

Abb. 46: Durchzeichnung der p-a Aufnahme mit maximal geöffnetem Mund

$\gamma = 23^{\circ}$, $\delta = 10^{\circ}$

Die individuellen schräglateralen Aufnahmen (links: 9° dorso - exzentrisch und 23° cranio - exzentrisch; rechts: 19° dorso - exzentrisch und 10° cranio - exzentrisch), zeigen beidseitig eine gut durchgezeichnete Kompakta der Kondylen. Nur links ist der Gelenkraum, die Kompakta der Gelenkgrube und das Tuberculum articulare einwandfrei zu erkennen. Rechts läßt sich über den Gelenkraum nur in den dorsalen Anteilen eine Aussage machen, während die ventralen Anteile und das Tuberculum nicht zufriedenstellend wiedergegeben sind.

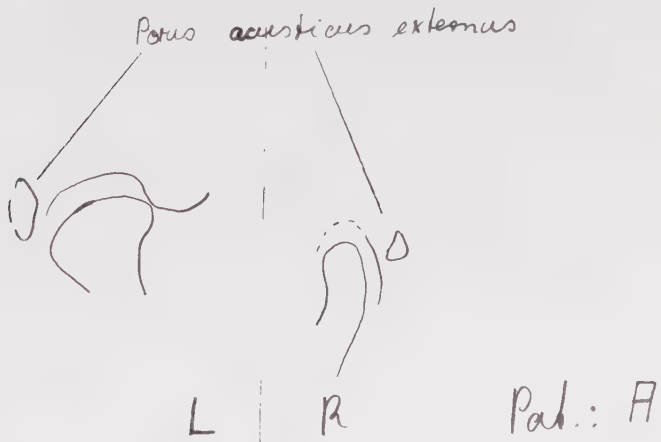


Abb. 47: Durchzeichnung der individuellen Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräglateralem Strahlengang.

Die im Abstand von zwei Stunden angefertigten schräglateralen Aufnahmen der gleichen Technik sind mit den ersten Aufnahmen deckungsgleich. Zur Überprüfung der Deckungsgleichheit der schräglateralen Röntgenaufnahmen der Kiefergelenke werden die auf jeder Aufnahme durch die zwei Bleikugeln entstandenen röntgendichten Strukturen vor einem beleuchteten Röntgenschild zur Deckung gebracht, um anschließend die Obereinstimmung der Gelenkstrukturen zu beurteilen.

Sämtliche aufgeführten Werte, Messungen und Durchzeichnungen sind aus den Originalröntgenaufnahmen hervorgegangen. Sie stimmen nicht mit den entsprechenden Maßen der im Ergebnisteil abgebildeten Photos der Röntgenaufnahmen überein, da diese einer photographisch bedingten Vergrößerung von ungefähr 10% unterliegen.

Proband: B

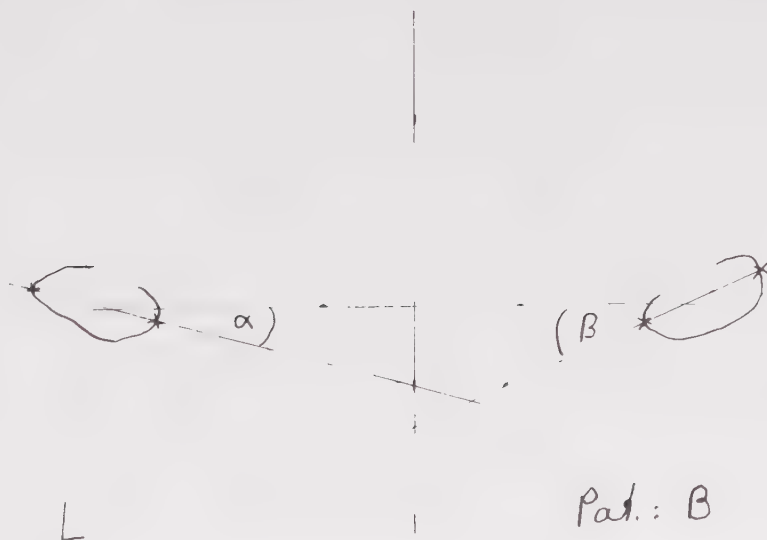
geboren: 6.4.50

Geschlecht: männlich

Auf der s - v Aufnahme kann sowohl der rechte, wie auch der linke Kondylus durchgezeichnet, in der Spongiosa und Kompakta aber nicht durchgehend beurteilt werden. Die Sutura palatina des Oberkiefers als Bezugsgerade ist gut zu erkennen.

Die Achsstellungswinkel betragen links 14° und rechts 23° (dorso - exzentrisch).

ventral



dorsal

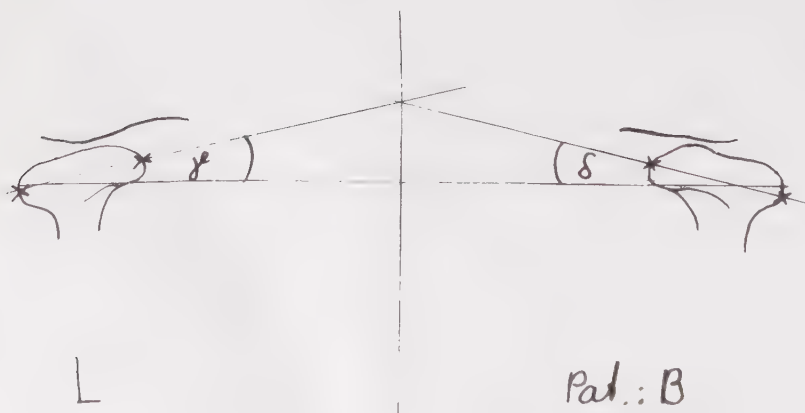
Abb. 48: Durchzeichnung der s-v Aufnahme

$\alpha = 14^{\circ}$, $\beta = 23^{\circ}$

Auf der p - a Aufnahme sind beide Kondylen gut wiedergegeben, ebenso das Septum nasi osseum als Bezugsgerade. Beim linken Kondylus ist die Kompakta des lateralen Viertels und beim rechten die des medialen Viertels inkomplett dargestellt. Die Spongiosazeichnung ist beidseitig zufriedenstellend. Der Gelenkraum, der sich bei maximal geöffnetem Mund rechts und links zwischen Kondylus und Tuberculum articulare zeigt, ist rechts etwas schmaler und unschärfer als links.

Die Achsstellungswinkel betragen links 13° und rechts 14° (cranio - exzentrisch).

cranial



caudal

Abb. 49: Durchzeichnung der p-a Aufnahme mit maximal geöffnetem Mund

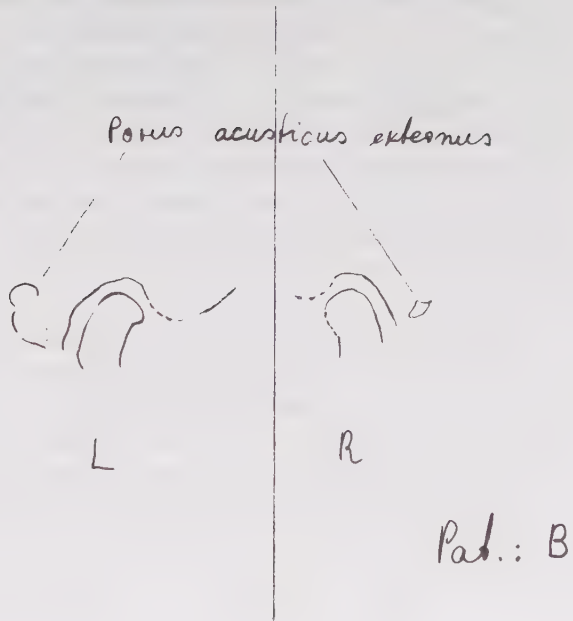


Abb. 50: Durchzeichnung der individuellen Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräglateralem Strahlengang

Auf den mit dem individuell gemessenen Winkel (links: 14° dorso - exzentrisch und 13° cranio - exzentrisch; rechts: 23° dorso - exzentrisch und 14° cranio - exzentrisch) angefertigten schräglateralen Aufnahmen erscheinen die Kiefergelenke wie folgt: Links sind der Kondylus, der Gelenkraum und die Spongiosa gut zu erkennen, während die Kompakta nicht zufriedenstellend zutage tritt. Die Gelenkgrube ist in ihren dorsalen Anteilen und das Tuberculum articulare in seinen ventralen Anteilen gut beurteilbar. Das rechte Kiefergelenk ist sowohl vom Kondylus, als auch von den restlichen Gelenkstrukturen her röntgenologisch nur streckenweise einwandfrei abgebildet.

Die nach mehreren Stunden reproduzierten Aufnahmen mit schräglateralem Strahlengang sind mit den ersten deckungsgleich und zeigen die gleiche Qualität in der Beurteilung der Gelenkstrukturen, wobei der rechte Kondylus in seinem cranialen Drittel etwas unschärfer ist als auf der ersten Röntgenaufnahme.

Proband: C

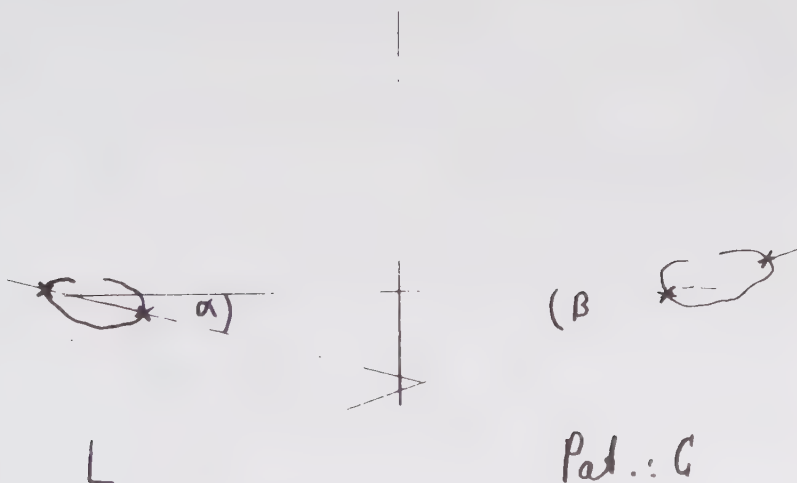
geboren: 26.8.57

Geschlecht: weiblich

Die s - v Aufnahme weist eine klare Zeichnung der Umrisse der Kondylen auf. Spongiosa und Kompakta können auf beiden Seiten, bis auf das laterale Viertel des linken Kondylus, gut beurteilt werden. Die Sutura palatina des Oberkiefers als Bezugsgerade ist zufriedenstellend dargestellt.

Die Achsstellungswinkel betragen links 14° und rechts 18° (dorso - exzentrisch).

ventral



dorsal

Abb. 51: Durchzeichnung der s-v Aufnahme

$\alpha = 14^{\circ}$, $\beta = 18^{\circ}$



Abb. 52: S-v Röntgenaufnahme von Proband C

Die p - a Aufnahme zeigt deutlich den rechten und linken Kondylus ebenso das Septum nasi osseum.

Kompakta und Spongiosa treten bei beiden Kondylen deutlich und ununterbrochen hervor. Der Gelenkraum, der sich bei maximal geöffnetem Mund rechts und links zwischen Kondylus und Tuberculum articulare abbildet, ist beidseitig klar zu erkennen und gleich schmal.

Die Achsstellungswinkel betragen links 16° und rechts 19° (cranio exzentrisch).

cranial

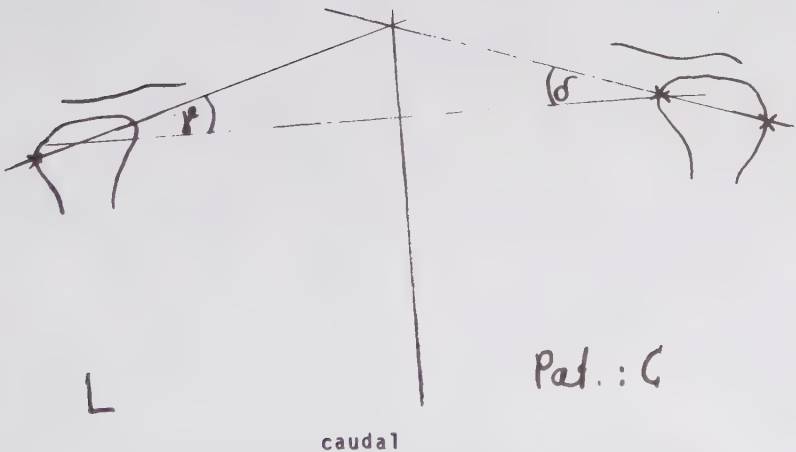


Abb. 53: Durchzeichnung der p-a Aufnahme mit maximal geöffnetem Mund

$$\gamma = 16^{\circ}, \delta = 19^{\circ}$$

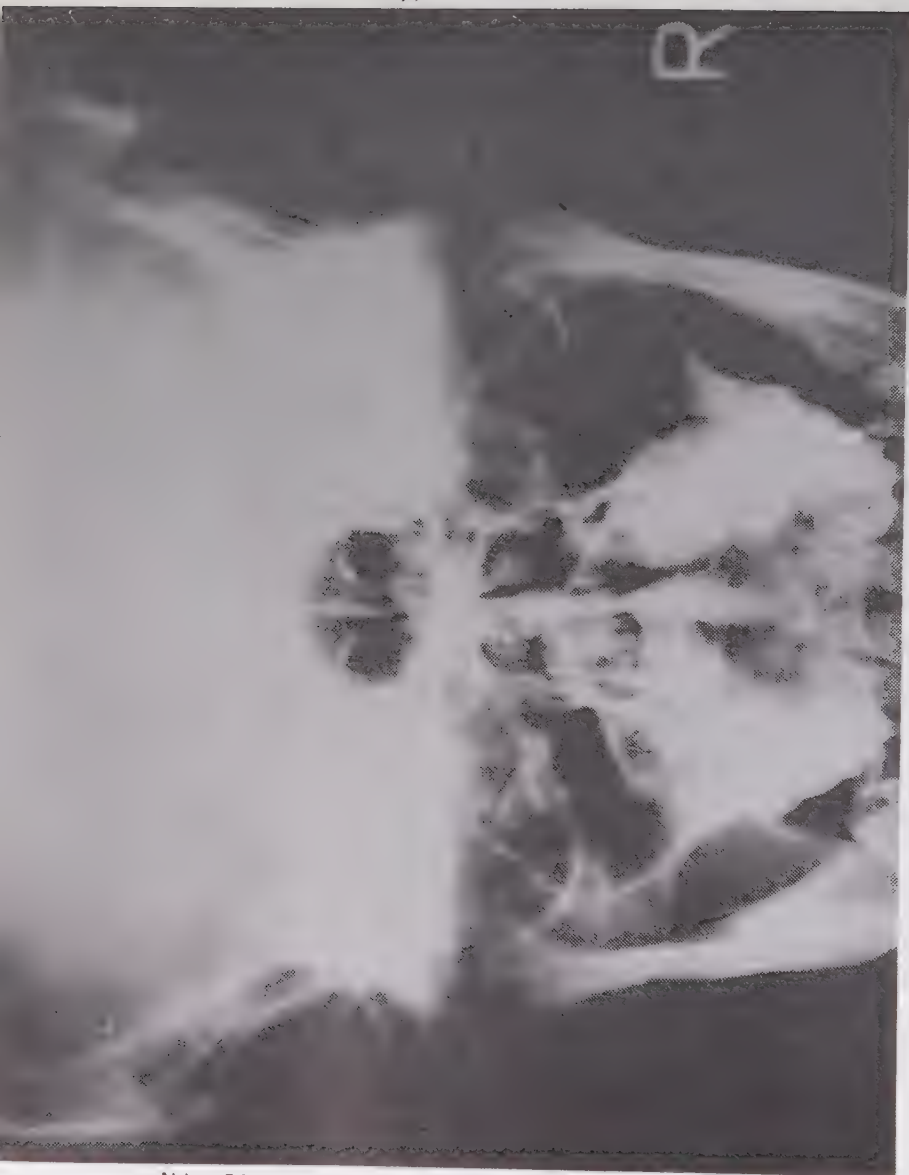


Abb. 54: P-a Röntgenaufnahme mit maximal geöffnetem Mund von Proband C

Auf den mit den individuell gemessenen Winkeln (links: 14° dorso-exzemtrisch und 16° cranio-exzemtrisch, rechts: 18° dorso-exzemtrisch und 19° cranio-exzemtrisch) hergestellten schräglateralen Aufnahme sind beide Gelenkköpfe zufriedenstellend wiedergegeben.

Spongiosa und Kompakta des rechten und linken Kondylus können nicht durchgehend beurteilt werden. Der Gelenkraum ist beidseits abgrenzbar, während die Kompakta der Gelenkgrube und des Tuberculum articulare links deutlicher gezeichnet sind als rechts.

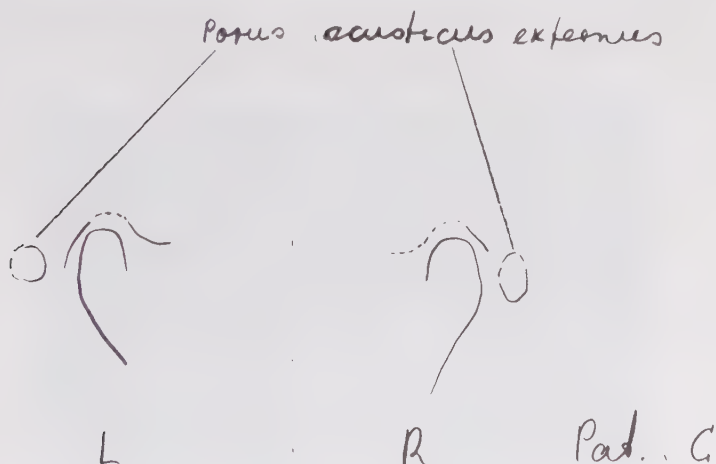


Abb. 55: Durchzeichnung der individuellen Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräglateralem Strahlengang

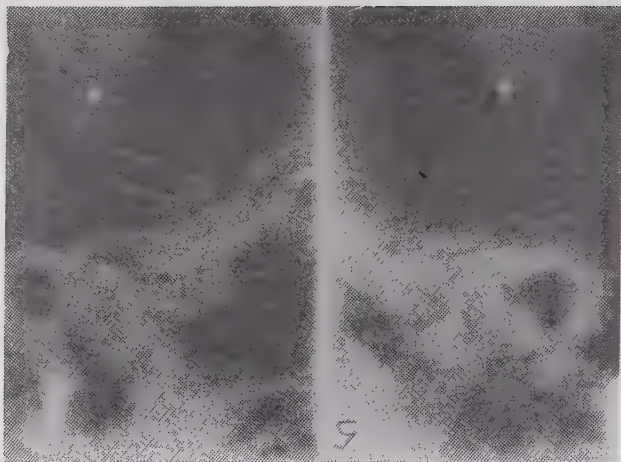


Abb. 56: Individuelle Röntgenaufnahme der
Kiefergelenke mit schräglateralem
Strahlengang von Proband c

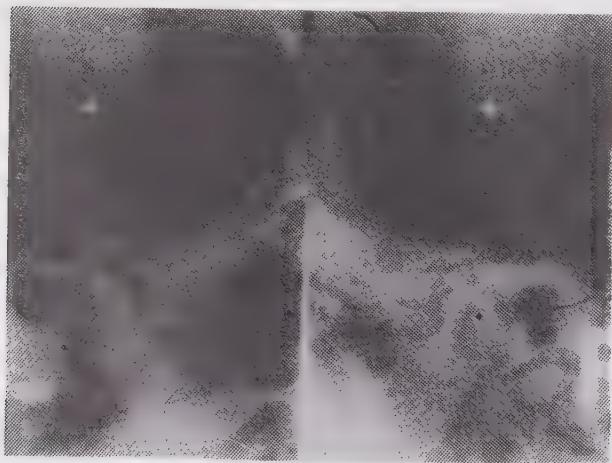


Abb. 57: Reproduzierte Röntgenaufnahme der
Kiefergelenke von Proband C

Auf den nach zwei Tagen angefertigten schräg-lateralen Aufnahmen (Abb. 57) der gleichen Technik sind die linken Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks untereinander deckungsgleich, während die Bilder der rechten Gelenke keine Deckungsgleichheit aufweisen. Die Deckungsdivergenz zwischen den beiden Röntgenaufnahmen (Abb. 56 und Abb. 57) des rechten Gelenks hat seine Ursache darin, daß Proband C nach eigenen Angaben bei der reproduzierten Aufnahme des rechten Gelenks den Unterkiefer in der Ruheschwebe hielt und nicht, wie gefordert, in maximaler Interkuspitation.

Die Aussagekraft und die Qualität der reproduzierten Aufnahmen sind mit denen der ersten identisch.

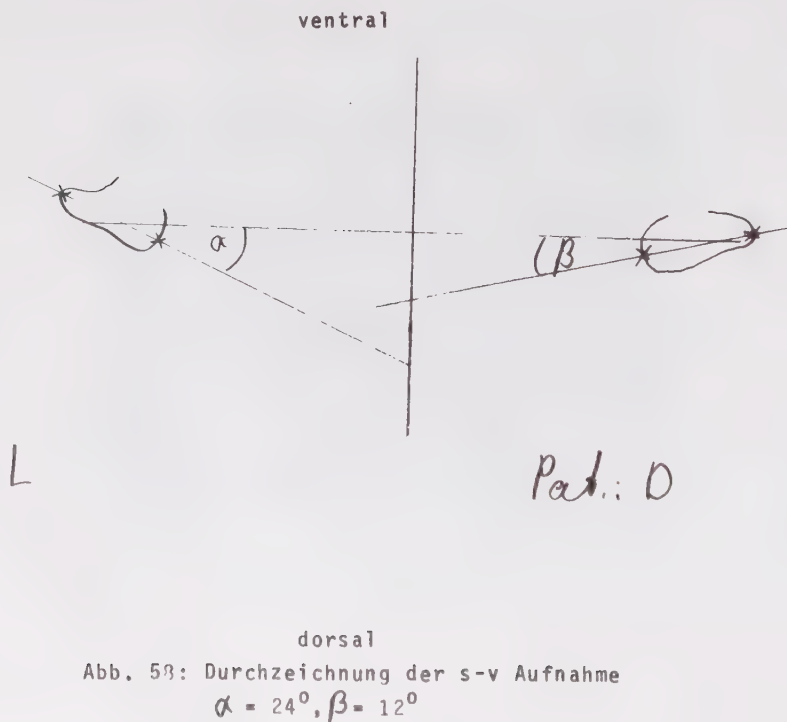
Proband: D

geboren: 9.7.56

Geschlecht: weiblich

Die s - v Aufnahme zeigt den linken Kondylus klar konturiert, während der rechte in seinen lateralen Anteilen durch Oberlagerung des Jochbeins nicht ganz abgebildet ist. Spongiosa und Kompakta sind nicht durchgehend beurteilbar. Die Sutura palatina des Oberkiefers als Bezugsgerade ist gut durchzeichenbar.

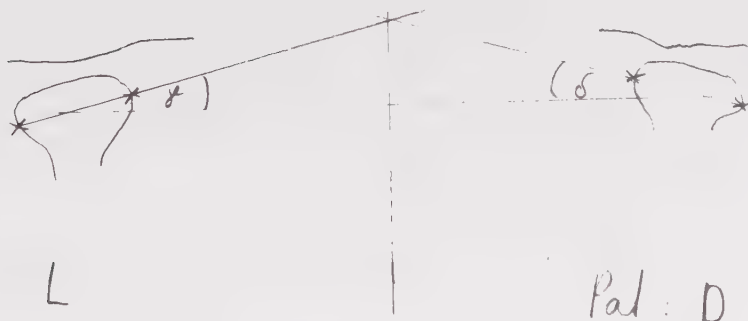
Die Achsstellungswinkel betragen links 24° und rechts 12° (dorso-exzentrisch).



Der rechte und der linke Kondylus sind auf der p - a Aufnahme deutlich wiedergegeben. Das Septum nasi osseum ist klar erkennbar. Spongiosa und Kompakta des rechten Gelenkkopfs sind bis auf das laterale Viertel klar gezeichnet. Das laterale Viertel stellt sich durch die Oberprojektion des Jochbogens nicht deutlich dar. Der linke Gelenkkopf ist röntgenologisch weniger gut strukturiert als der rechte. Der Gelenkraum tritt beidseits gut hervor, wobei rechts eine leichte Zackung in der Knochenstruktur des Tuberculum articulare erkennbar ist. Die Breite des Gelenkraums ist rechts und links gleich.

Die Achsstellungswinkel betragen links 15° und rechts 15° (cranio - exzentrisch).

cranial



caudal

Abb. 59: Durchzeichnung der p - a Aufnahme mit maximal geöffnetem Mund

$$\gamma = 15^{\circ}, \delta = 15^{\circ}$$

Der rechte und der linke Kondylus erscheinen auf den schräglateralen Aufnahmen (links: 24° dorso-exzentrisch und 15° cranio-exzentrisch rechts: 12° dorso-exzentrisch und 15° cranio-exzentrisch) zufriedenstellend. Kompakta und Spongiosazeichnung treten nicht deutlich hervor. Der Gelenkraum rechts ist im Gegensatz zu links in seiner Breite beurteilbar. Gelenkgrube und Tuberculum articulare können rechts wie links streckenweise nur vage ausgemacht werden.

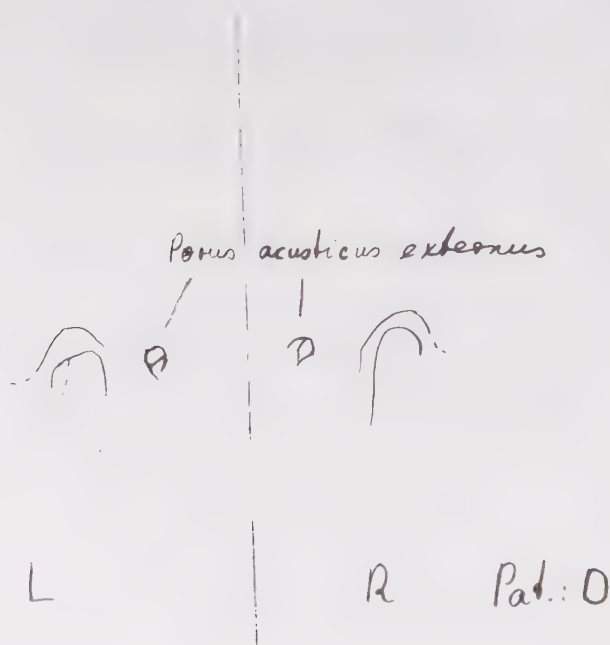


Abb. 60: Durchzeichnung der individuellen Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräglateralem Strahlengang

Die nach einem Tag hergestellten schräglaternen Aufnahmen der gleichen Technik sind mit den ersten deckungsgleich und weisen dieselbe Qualität auf.

Proband: E

geboren: 12.5.54

Geschlecht: männlich

Die Konturen der Kondylen auf der s - v Aufnahme können komplett durchgezeichnet werden. Das rechte Gelenkköpfchen ist von der Spongiosazeichnung und der Kompakta her deutlicher konturiert als das linke, das in seinem medio-cranialen Anteil etwas unschärfer ist. Die Sutura palatina ist zufriedenstellend abgebildet.

Die Achsstellungswinkel betragen links 25° und rechts 23° (dorso-exzentrisch).

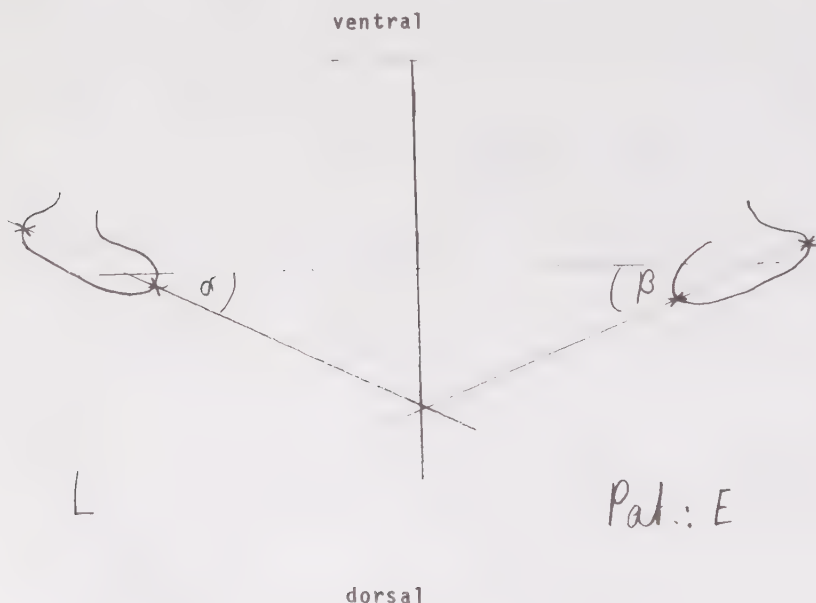


Abb. 61 : Durchzeichnung der s-v Aufnahme
 $\alpha = 25^{\circ}$, $\beta = 23^{\circ}$

Auf der p - a Aufnahme sind beide Köpfchen scharf wiedergegeben, wie auch das Septum nasi osseum. Sowohl die Kompakta, als auch die Spongiosazeichnung beider Gelenkköpfe sind einwandfrei und komplett erkennbar. Der Gelenkraum ist klar begrenzt und gut zu beurteilen. Er ist beidseitig von gleicher Breite

Die Achsstellungswinkel betragen links 30° und rechts 29° (cranio-exzentrisch).

cranial



L



Pat.: E

caudal

Abb. 62: Durchzeichnung der p-a Aufnahme mit maximal geöffnetem Mund

$$\gamma = 30^{\circ}, \delta = 29^{\circ}$$

Obwohl bei den schräglateralen Aufnahmen (links: 25° dorso-exzentrisch und 30° cranio-exzentrisch, rechts: 23° dorso-exzentrisch und 29° cranio-exzentrisch) die Belichtungszeit wie bei allen vorherigen Aufnahmen dieser Technik 0,5 s beträgt, ist die Aufnahme des linken Gelenks heller und damit zu wenig kontrastreich. Links sind bis auf den Umriß des Kondylus keine Gelenkstrukturen zu beurteilen. Auf der rechten Gelenkaufnahme ist der Umriß des Kondylus, ebenso wie der Gelenkraum, gut dargestellt.

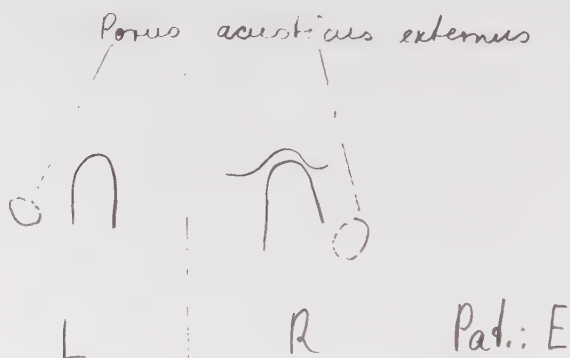


Abb. 63 : Durchzeichnung der individuellen Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräglateralem Strahlengang

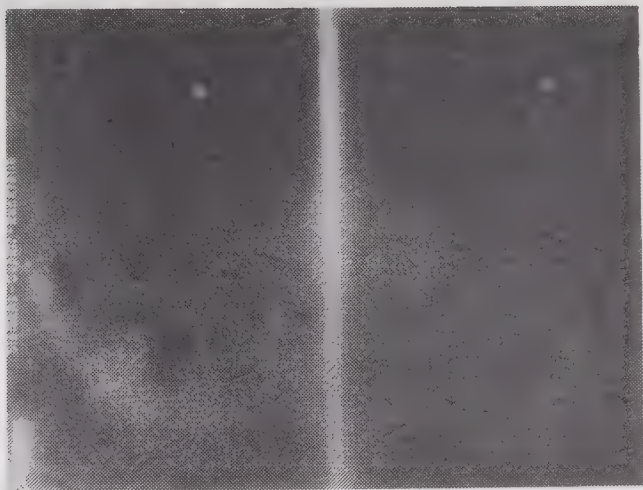


Abb. 64: Individuelle Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräglateralem Strahlengang von Proband E

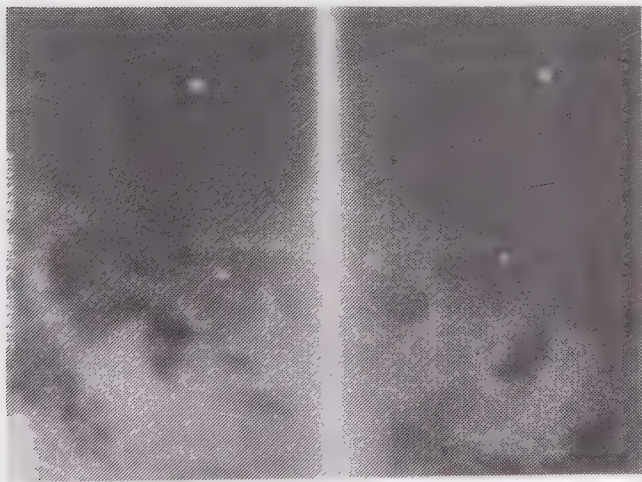


Abb. 65: Reproduzierte individuelle Röntgenaufnahme der Kiefergelenke von Proband E

Die im Abstand von drei Stunden angefertigten Aufnahmen der gleichen Technik (Abb.65) sind mit den ersten Bildern (Abb.64) deckungsgleich. Qualität und Aussagekraft der zweiten Röntgenaufnahme sind besser als bei der ersten.

Proband: F

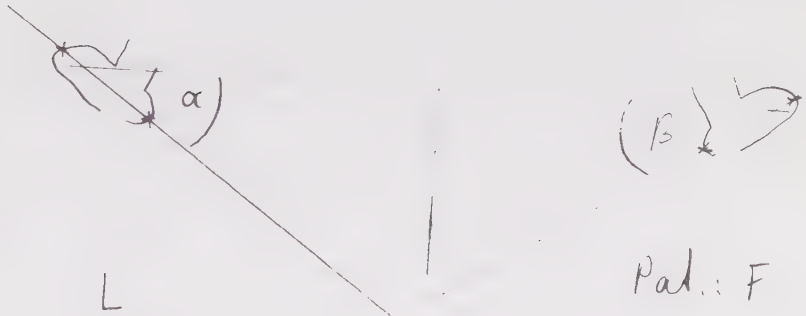
geboren: 16.12.52

Geschlecht: männlich

Sowohl der linke, wie auch der rechte Gelenkkopf und die Sutura palatina des Oberkiefers sind auf der s - v Aufnahme durchzeichenbar. Aussagen über die Kompakta oder die Spongiosa läßt die Oberprojizierung des Jochbeins, der Kalotte und anderer knöcherner Strukturen auf dieser Aufnahme nicht zu.

Die Achsstellungswinkel betragen links 35° und rechts 32° (dorso - exzentrisch).

ventral



dorso

Abb. 66: Durchzeichnung der s-v Aufnahme

$\alpha = 35^{\circ}$, $\beta = 32^{\circ}$

Die Konturen der Kondylen können auf der p - a Aufnahme gut durchgezeichnet werden, ebenso das Septum nasi osseum als Bezugsgerade. Der rechte Kondylus ist in seiner Spongiosazeichnung vollständig, während die Kompakta nur inkomplett abgebildet ist. Beim linken Kondylus lassen sich keine zufriedenstellenden Aussagen über Kompakta und Spongiosa treffen. Die craniale Begrenzung des Gelenkraums ist links wellenförmig und rechts nicht in toto wiedergegeben.

Die Achsenstellungswinkel betragen links 10° und rechts 8° (cranio-exzentrisch).

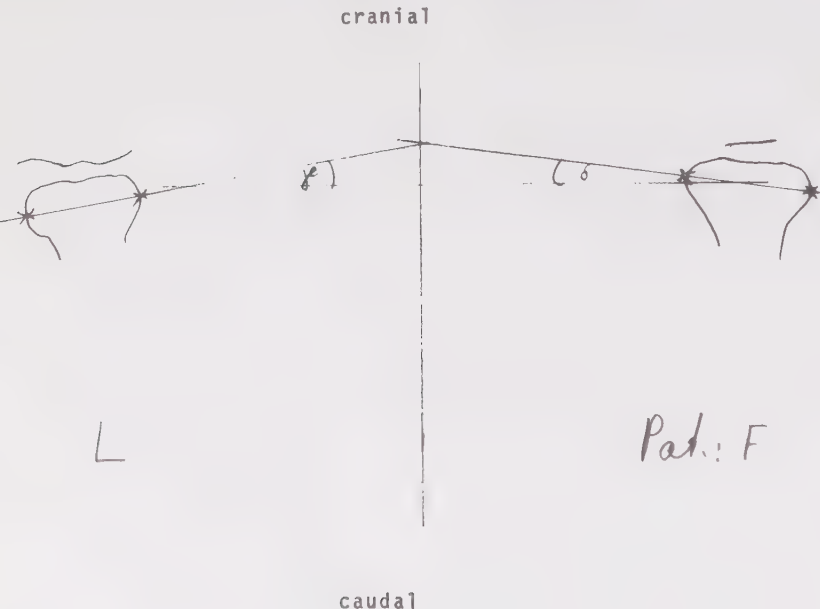


Abb. 67: Durchzeichnung der p-a Aufnahme mit maximal geöffnetem Mund
 $\alpha = 10^{\circ}$, $\beta = 8^{\circ}$

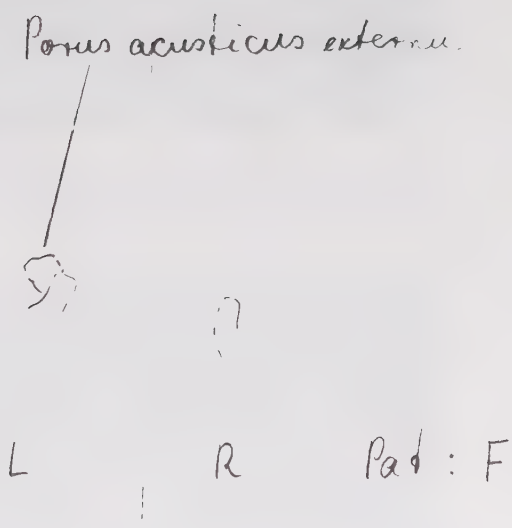


Abb. 68: Durchzeichnung der individuellen
Röntgenaufnahme der Kiefergelenke
mit schräglateralem Strahlengang

Die schräglaterale Aufnahme des linken Gelenks zeigt nur schwach die Konturen des Kondylus, während die restlichen Gelenkstrukturen nicht zu beurteilen sind. Die rechte Gelenkaufnahme ist in ihren gesamten Strukturen nur schwach erkennbar. Die individuell gemessenen Winkel betragen für links: 35° dorso-exzentrisch, 10° cranio-exzentrisch und für rechts: 32° dorso-exzentrisch, 8° cranio-exzentrisch. Da in diesem Fall die Winkel α und β groß, die Kondylen also stark in der Horizontalen geneigt sind, und gleichzeitig die Winkel γ und δ klein, also die Neigungsgrade in der Frontalen gering sind, wird das jeweilige Kiefergelenk auf der schräglateralen Aufnahme so stark von anderen anatomischen Strukturen überlagert, daß eine zufriedenstellende Darstellung der Gelenkstrukturen nicht gewährleistet ist.

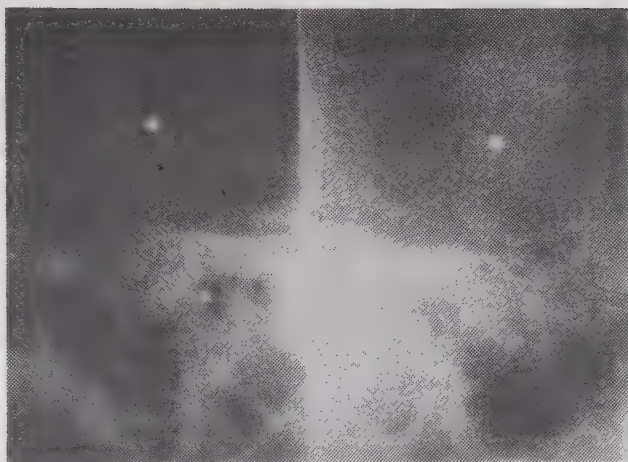


Abb. 69: Individuelle Kiefergelenkröntgenaufnahme mit schräglateralem Strahlengang von Proband F

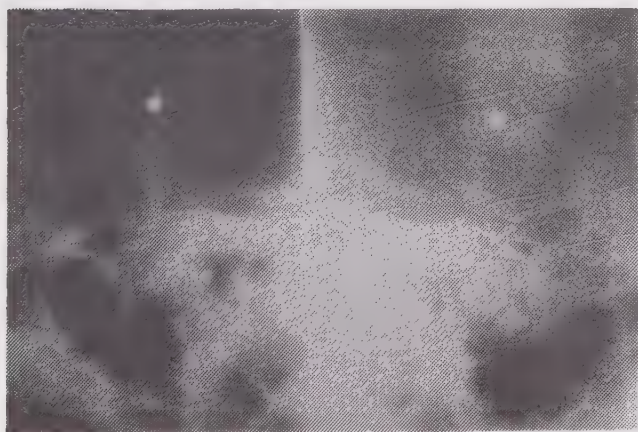


Abb. 70: Reproduzierte Röntgenaufnahme der Kiefergelenke von Proband F

Die nach kurzer Zeit angefertigten schräglateralen Aufnahmen (Abb.70) der gleichen Technik sind deckungsgleich mit den ersten Aufnahmen (Abb.69). Die Aufnahme ist von der selben geringen Qualität wie die zuerst gemachte und bestätigt damit, daß aus einer starken Neigung der Kondylen in der Horizontalen (dorso-exzentrisch) in Kombination mit einer schwachen Neigung in der Frontalen (cranio-exzentrisch) keine aussagekräftige Röntgenaufnahme des Kiefergelenks entsteht.

Proband: G

geboren: 18.8.53

Geschlecht: männlich

Die Sutura palatina des Oberkiefers als Bezugsgerade ist auf der s - v Aufnahme zufriedenstellend gezeichnet. Der linke Kondylus ist in seinem lateralen Fünftel durch die anatomische Struktur des Jochbeins überprojiziert. Der rechte Kondylus erscheint in seinem lateralen Viertel ebenfalls röntgenologisch nur undeutlich. Spongiosa und Kompakta sind nicht beurteilbar. Die Durchzeichnung der Kondylenumrisse ist jedoch möglich.

Die Achsstellungswinkel betragen links 21° und rechts 24° (dorso - exzentrisch).

ventral



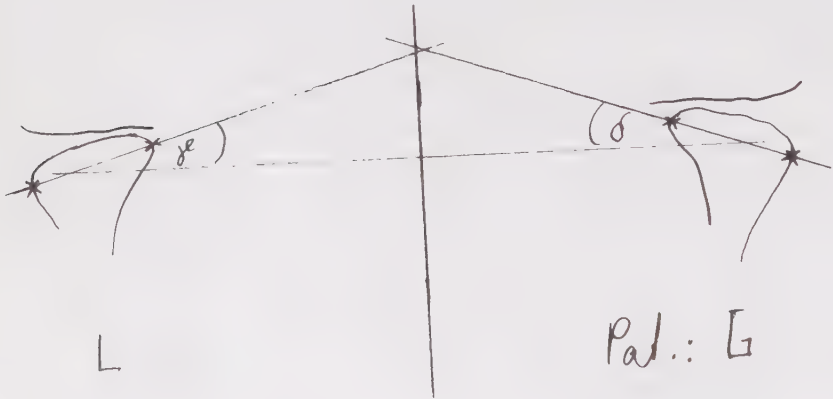
dorsal

Abb. 71: Durchzeichnung der s-v Aufnahme
 $\alpha = 21^{\circ}$, $\beta = 24^{\circ}$

Die p - a Aufnahme bringt beide Kondylen in ihren Umrissen präzise zur Abbildung. Das Septum nasi osseum zeigt sich röntgenologisch nicht komplett. Um dennoch eine Bezugsgerade zu erhalten, wurden zwei Punkte auf dem teilweise sichtbaren Septum zur Gerade verbunden. Das laterocraniale Viertel des rechten Gelenkköpfchens ist nicht einwandfrei zu sehen, während der Rest sowohl links als auch rechts gut durchstrukturiert erscheint. Der Gelenkraum ist links etwas schmaler als rechts.

Die Achsstellungswinkel betragen links 17°
rechts 19° (cranio - exzentrisch).

cranial



caudal

Abb. 72: Durchzeichnung der p-a Aufnahme mit maximal geöffnetem Mund
 $\varphi = 17^{\circ}$, $\delta = 19^{\circ}$

Auf der schräglateralen Aufnahme (links: 21° dorso-exzentrisch und 17° cranio-exzentrisch, rechts: 24° dorso-exzentrisch und 19° cranio-exzentrisch) sind beide Kondylen deutlich zu erkennen: Die Kompakta der Köpfchen ist klar gezeichnet. Links wird die Kompakta der Gelenkgrube und des Tuberculum articulare zufriedenstellend abgebildet, während rechts das Tuberculum außerhalb der Röntgenaufnahme liegt. Die Kompakta der Gelenkgrube rechts ist nicht durchgehend beurteilbar.

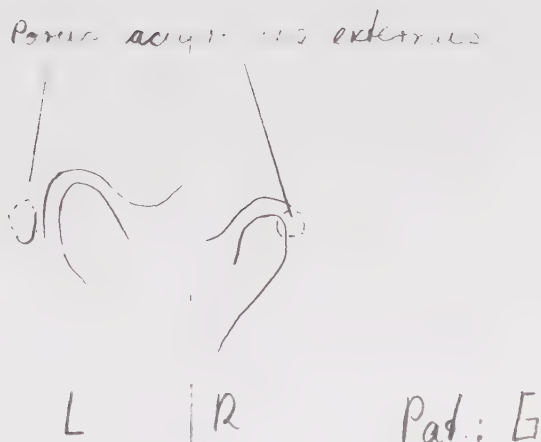


Abb. 73: Durchzeichnung der individuellen Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräglateralem Strahlengang

Für die Probanden G bis J wird aufgrund der Strahlenbelastung auf die reproduzierten Kiefergelenkröntgenbilder verzichtet, da die Reproduzierbarkeit bei den ersten sechs Probanden in ausreichendem Maße nachgewiesen ist.

Proband: H

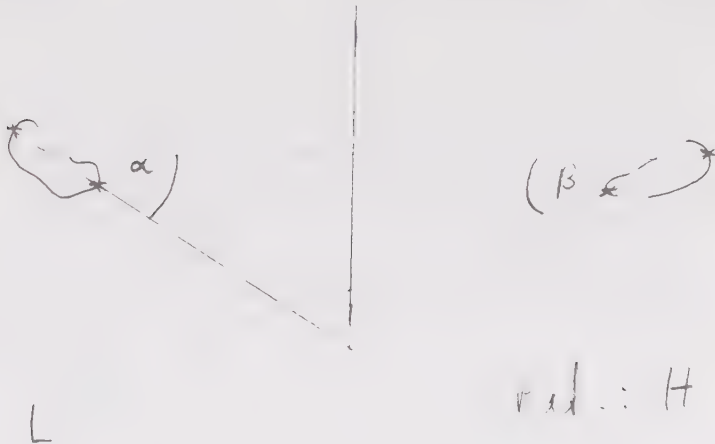
geboren: 4.10.55

Geschlecht: weiblich

Auf der s - v Aufnahme sind der rechte und der linke Gelenkkopf klar abgebildet. Spongiosa und Kompakta sind beidseitig nicht durchgehend beurteilbar. Die Sutura palatina des Oberkiefers ist gut dargestellt.

Die Achsstellungswinkel betragen links 32° und rechts 22° (dorso-exzentrisch).

ventral



dorsal

Abb. 74: Durchzeichnung der s-v Aufnahme

$\alpha = 32^{\circ}$, $\beta = 22^{\circ}$

Die p - a Aufnahme zeigt das rechte und linke Gelenkköpfchen durchzeichnenbar, ebenso das Septum nasi osseum als Bezugsgerade. Da die Probandin in Bezug auf das maximale Öffnen des Mundes nicht sehr kooperativ war, sind sowohl das rechte wie auch das linke Köpfchen nicht klar aus ihrer Umgebung herausprojiziert. Aus diesem Grunde läßt sich auch keine Aussage über die Spongiosazeichnung oder die Kompakta machen. Der Gelenkraum ist nicht wiedergegeben.

Die Achsstellungswinkel betragen links 31° und rechts 20° (cranio-exzentrisch).

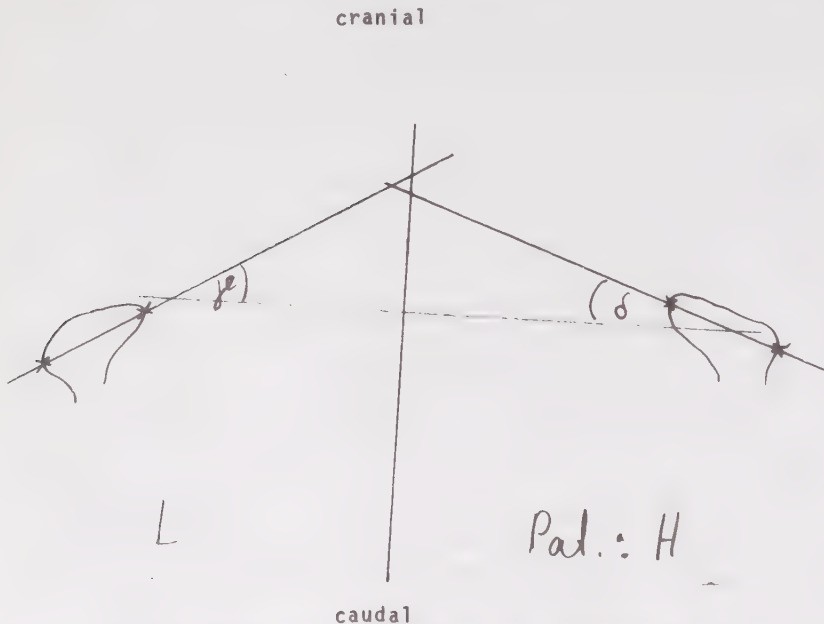


Abb. 75: Durchzeichnung der p-a Aufnahme mit maximal geöffnetem Mund
 $\gamma = 31^{\circ}$, $\delta = 20^{\circ}$

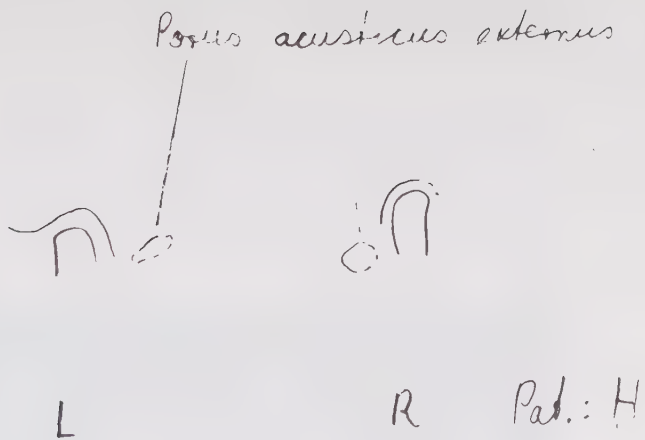


Abb. 76: Durchzeichnung der individuellen
Röntgenaufnahme der Kiefergelenke
mit schräglateralem Strahlengang.

Die mit den individuell gemessenen Winkeln (links; 32° dorso-exzentrisch und 31° cranio-exzentrisch, rechts; 22° dorso-exzentrisch und 20° cranio-exzentrisch) angefertigten schräglateralen Aufnahmen zeigen den linken Kondylus gut konturiert, ebenso die Kompakta der ventralen Hälfte. Die Spongiosa kann nicht beurteilt werden. Der linke Gelenkraum erscheint durchgehend deutlich und gleich breit. Gelenkgrube und Tuberculum articulare links weisen eine gleichbleibend starke Kompakta auf und sind einwandfrei zu erkennen. Der rechte Kondylus ist ebenso wie seine Kompakta gut strukturiert dargestellt. Der Gelenkraum rechts ist schmaler als auf der linken Seite; Gelenkgrube, Tuberculum articulare und Spongiosa werden nicht komplett gezeigt.

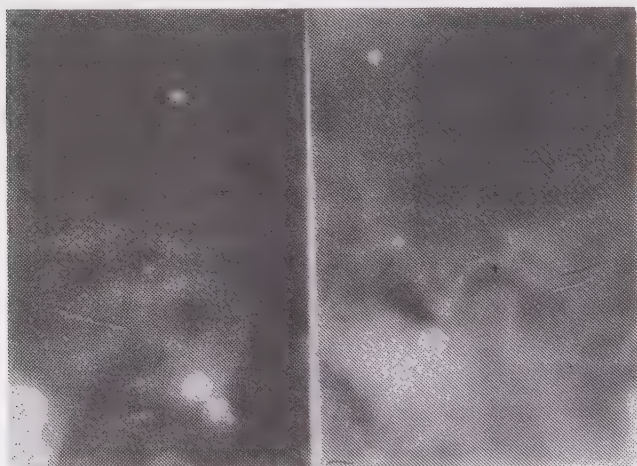


Abb. 77: Individuelle Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräglateralem Strahlengang von Proband H

Proband: I

geboren 13.3.56

Geschlecht: männlich

Die Konturen beider Kondylen treten auf der s - v Aufnahme einwandfrei zutage, während Spongiosa und Kompakta durch die röntgenologische Dichte der darüberliegenden knöchernen anatomischen Strukturen nicht zufriedenstellend abgebildet sind. Die Sutura palatina des Oberkiefers ist klar durchzeichenbar.

Die Achsstellungswinkel betragen links -2° und rechts 14° (dorso - exzentrisch).

ventral



dorsal

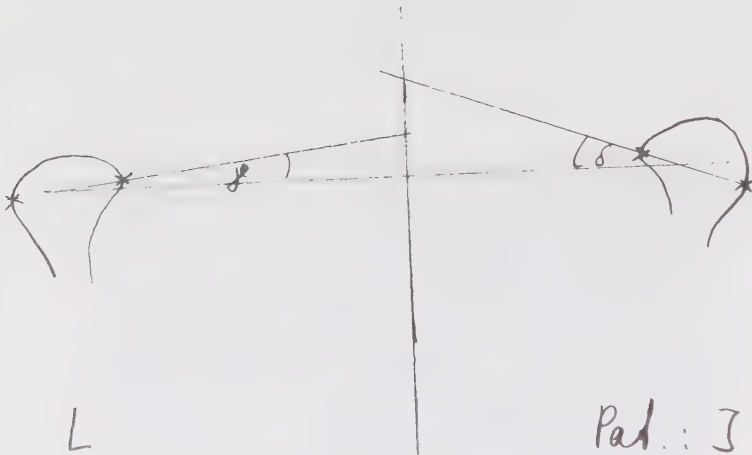
Abb. 78: Durchzeichnung der s-v Aufnahme

$\alpha = -2^{\circ}, \beta 14^{\circ}$

Beide Kondylen zeigen sich auf der p - a Aufnahme genügend scharf, ebenso das Septum nasi osseum. Die Spongiosa ist beidseitig zufriedenstellend beurteilbar, während die Kompakta nicht komplett durchgezeichnet ist. Der Gelenkraum ist durch Überprojektion des Processus mastoideus nicht zu erkennen.

Die Achsstellungswinkel betragen links 7° und rechts 20° (cranio-exzentrisch).

cranial



caudal

Abb. 79: Durchzeichnung der p - a Aufnahme mit maximal geöffnetem Mund

$$\gamma = 7^{\circ}, \delta = 20^{\circ}$$

Die schräglateralen Aufnahmen (links: -2° dorso-exzentrisch und 7° cranio-exzentrisch, rechts: 14° dorso-exzentrisch und 20° cranio-exzentrisch) zeigen beiderseits klar gezeichnete Kondylen. Die Kompakta ist rechts und links gut konturiert, ebenso die Gelenkgrube und das Tuberculum articulare. Ober die Spongiosa läßt sich keine Aussage machen. Der Gelenkraum ist rechts deutlicher als links.

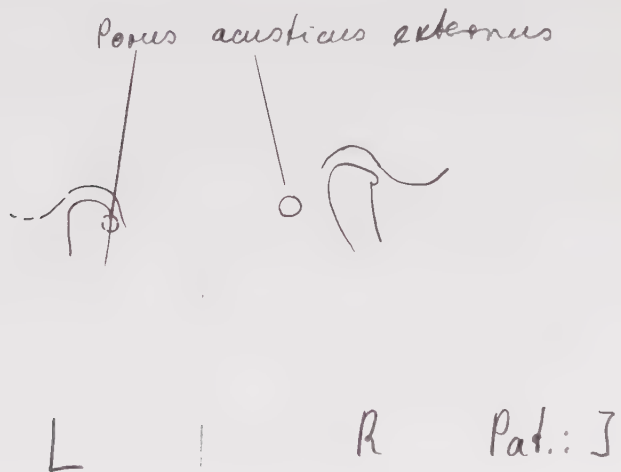


Abb. 80: Durchzeichnung der individuellen Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräglateralem Strahlengang

Proband: J

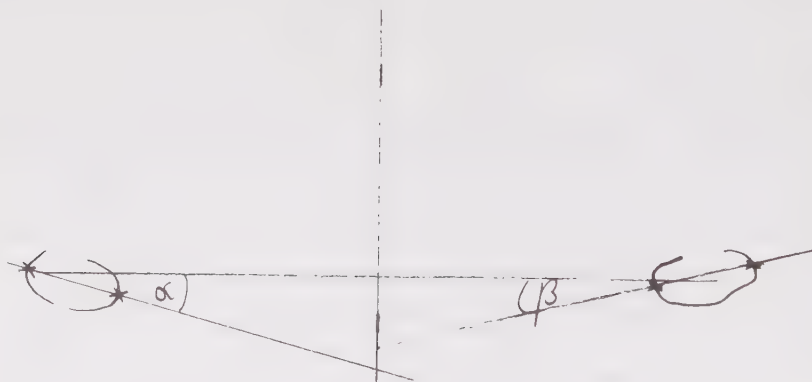
geboren: 16.7.53

Geschlecht: männlich

Die Umrisse der Kondylen sind auf der s - v Aufnahme klar erkennbar. Spongiosa und Kompakta können auf beiden Seiten zufriedenstellend beurteilt werden. Die Sutura palatina des Oberkiefers als Bezugsgerade ist präzise wiedergegeben.

Die Achsstellungswinkel betragen links 15° und rechts 13° (dorso-exzentrisch).

ventral



L

Pal.: 7

dorsal

Abb. 81: Durchzeichnung der s-v Aufnahme

$\alpha = 15^{\circ}$, $\beta = 13^{\circ}$

Auf der p - a Aufnahme sind der rechte und der linke Kondylus gut zu sehen, wie auch das Septum nasi osseum als Bezugsgerade. Der rechte Gelenkkopf wird in der Konturierung der Kompakta und Spongiosa deutlich dargestellt, während der linke Gelenkkopf etwas unschärfer ist. Der Gelenkraum ist beidseitig nicht komplett zu beurteilen.

Die Achsstellungswinkel betragen links 11° und rechts 26° (cranio-exzentrisch).

cranial



caudal

Abb. 82: Durchzeichnung der p-a Aufnahme mit maximal geöffnetem Mund
 $\gamma = 11^{\circ}$, $\delta = 26^{\circ}$

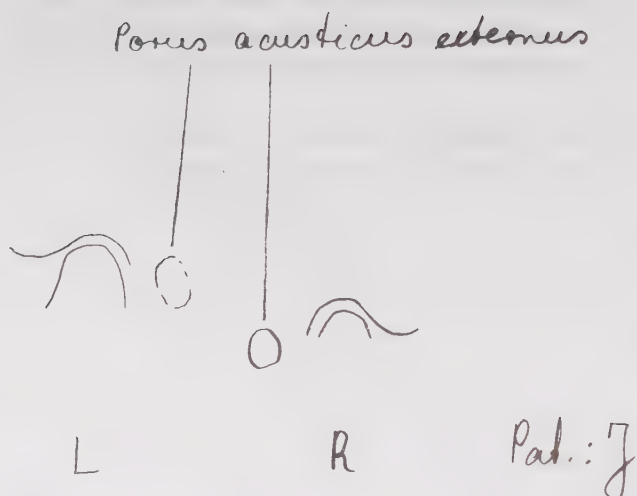


Abb. 83: Durchzeichnung der individuellen Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräg-lateralem Strahlengang

Die schräglateralen Aufnahmen (links; 15° dorso-exzentrisch und 11° cranio-exzentrisch, rechts; 13° dorso-exzentrisch und 26° cranio-exzentrisch) in diesem letzten Fall sind nicht wie bei den vorangegangenen Fällen mit einem Kurztubus, sondern mit dem handelsüblichen Langtubus erstellt worden. Die Bildschärfe und der Kontrast werden durch den vergrößerten Film-Fokus-Abstand verbessert. Die Belichtungszeit muß von 0,5 s auf 1 s erhöht werden. Durch den vergrößerten Film-Fokus-Abstand ist die Oberprojektion durch die Strukturen der Gegenseite stärker geworden, so daß eine zweifelsfreie Beurteilung des Röntgenbildes erschwert sein kann.

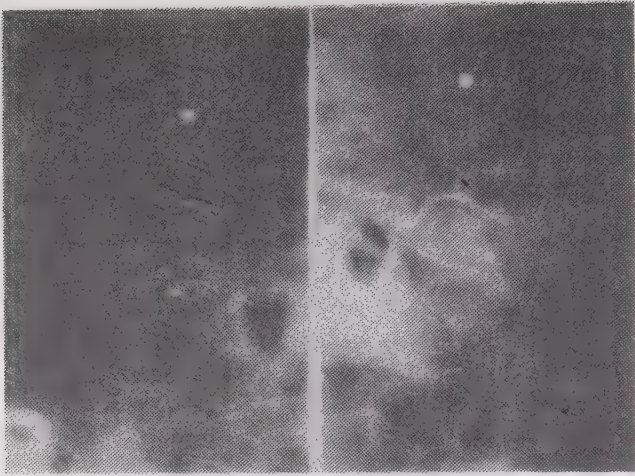


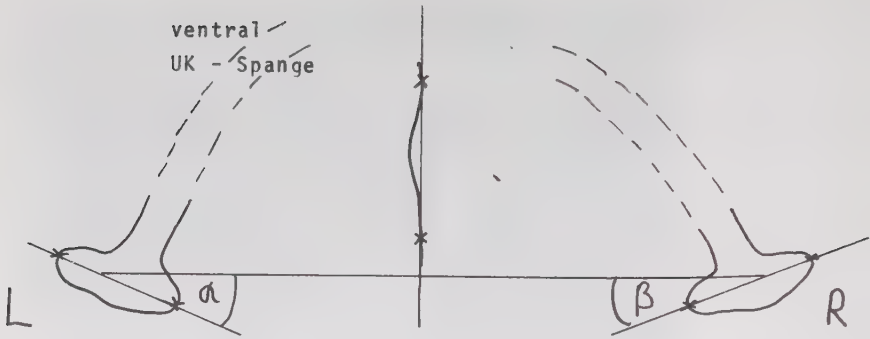
Abb. 84: Individuelle Röntgenaufnahme der Kiefergelenke von Proband J

Im vorliegenden Fall zeigt die Aufnahme eine beidseitig deutlich gezeichnete Kompakta der Gelenkgrube und des Tuberculum articulare. Der Gelenkraum rechts zeichnet sich schmäler als links ab. Der linke Kondylus ist in seinen Umrissen durchgehend beurteilbar, während der rechte nur in seinem cranialen Anteil frei von Oberprojektionen ist. Kompakta und Spongiosa sind auf beiden Seiten nur unvollständig abgebildet.

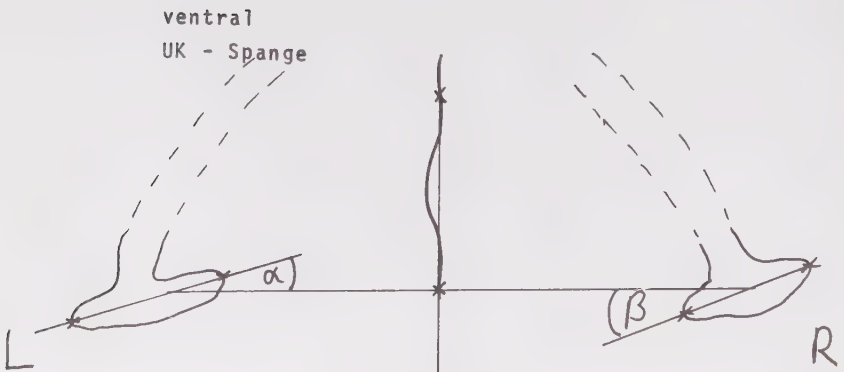
5.2. Tabellen und deren Auswertung

Tabelle 1 : Die Neigung der Kondylenachsen
* bei 10 Probanden in der Frontal-
und Horizontalebene
(α und β = dorso-exzentrisch,
 γ und δ = cranio-exzentrisch)

	α	β	γ	δ
A	9°	19°	23°	10°
B	14°	23°	13°	14°
C	14°	18°	16°	19°
D	24°	12°	15°	15°
E	25°	23°	30°	29°
F	35°	32°	10°	8°
G	21°	24°	17°	19°
H	32°	22°	31°	20°
I	-2°	14°	7°	20°
J	15°	13°	11°	26°



dorsal
Probanden A,B,C,D,
E,F,G,H,J



dorsal
Proband I

Abb 85: Schematische Darstellung der Neigung der Kondylen in der Horizontalebene

Die Tabelle 1 ist eine Auflistung der Neigung der Gelenkköpfchen in der horizontalen und frontalen Ebene, ausgehend von den auf der submento-vertikalen und der posterior-anterioren Aufnahme gemessenen Winkel. Alle gemessenen Winkel liegen, bis auf Winkel α bei Proband I, im positiven Bereich. Der negative Winkel bei Proband I bedeutet, daß der linke Kondylus nicht wie bei den anderen Probanden, in der Horizontalen nach dorsal, sondern schwach nach ventral geneigt ist.

Sind die Kondylen stark in der Horizontalen und gleichzeitig schwach in der Frontalen geneigt, so wird, wie dies bei Proband F der Fall ist, das jeweilige Kiefergelenk auf der schräglateralen Aufnahme so stark von angrenzenden anatomischen Strukturen (z.B. Processus mastoideus) überlagert, daß eine zufriedenstellende Wiedergabe der Gelenkstrukturen nicht gewährleistet ist. Anders ist dies, falls sowohl die Horizontal-, als auch die Frontalwinkel groß sind, wie bei Proband H. In letzterem Fall ist, wie auch bei allen anderen Winkelkombinationen, das Ergebnis ausreichend.

Tabelle 2: Auswertung der p-a Aufnahme

	Umrisse		Kompakta		Spongiosa		Gelenkraum	
A	+	+	-	-	-	-	+	+
B	+	+	o	o	+	+	+	+
C	+	+	+	+	+	+	+	+
D	+	+	+	-	o	o	+	+
E	+	+	+	+	+	+	+	+
F	+	+	o	-	-	o	o	+
G	+	+	o	o	+	-	+	+
H	+	+	-	-	-	-	-	-
I	+	+	o	-	+	+	-	-
J	+	+	+	o	+	o	o	o
	re Kg	li Kg	re Kg	li Kg	re Kg	li Kg	re Kg	li Kg

+ = beurteilbar, - = nicht beurteilbar, o = teilweise beurteilbar, re Kg = rechtes Kiefergelenk, li Kg = linkes Kiefergelenk.

Die Tabelle 2 zeigt, daß die posterior - anteriore Aufnahme die an sie gestellten Anforderungen in den meisten Fällen positiv erfüllt. Das heißt, das Gros der Aufnahmen ist nicht nur geeignet zur Festlegung der Umrisse der Kondylen, um den jeweiligen Winkel festzustellen, sondern auch dazu, die Spongiosazeichnung, die Kompaktakonturierung und den Gelenkraum zwischen Kondylus und Tuberculum articulare zu beurteilen.

Tabelle 3: Auswertung der s-v Aufnahme

	Umrisse		Kompakta		Spongiosa	
A	+	+	o	o	o	o
B	+	+	-	-	-	-
C	+	+	+	+	+	+
D	+	o	o	o	o	o
E	+	+	+	o	o	o
F	+	+	-	-	-	-
G	+	+	-	o	-	-
H	+	+	-	o	-	-
I	+	+	-	-	o	o
J	+	+	+	+	+	+
	re Kg	li Kg	re Kg	li Kg	re Kg	li Kg

Die submento - vertikale Aufnahme läßt, wie Tabelle 3 zeigt, nur Schlüsse in Bezug auf die Umrisse der Köpfchen und der Sutura palatina, jedoch keine weitergehenden Aussagen zu. Da die Umrisse zur Festlegung der Winkel und damit der Neigung der Kondylen genügen, wird auch diese Aufnahme den Anforderungen, die im Rahmen dieser Arbeit an sie gestellt werden, gerecht.

Tabelle 4: Auswertung der individuellen
schräglateralen Aufnahme

	Um- risse		Kom- pakta		Spon- giosa		Gelenk- raum		Gelenk- grube		Tuber- culum	
A	+	+	+	+	-	+	o	+	o	+	-	+
B	o	+	o	o	o	+	o	+	o	+	o	+
C	+	+	o	o	-	-	o	+	o	+	o	+
D	+	+	o	o	-	-	+	o	o	o	o	o
E	+	+	+	+	-	-	+	o	o	-	+	-
F	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+
H	+	+	+	+	o	-	+	+	o	+	o	+
I	+	+	+	+	o	-	+	+	+	+	+	o
J	+	+	o	o	o	o	o	o	+	+	+	+
	re Kg	li Kg	re Kg	li Kg	re Kg	li Kg	re Kg	li Kg	re Kg	li Kg	re Kg	li Kg

Die individuelle schräglaterale Aufnahme zeigt ein gemischtes Bild. Bis auf die Probanden B und F sind die Umrisse der Kondylen überall gut erkennbar. Der Rest der Gelenkstrukturen kann - bis auf die Spongiosazeichnung - als ausreichend dargestellt bezeichnet werden.

Tabelle 5: Abstände der Kondylen von den
Bezugsebenen
(Sutura palatina und
Septum nasi osseum)

	cm rechts	cm links	cm rechts	cm links
A	4,9	4,9	4,5	4,4
B	4,7	4,8	4,8	4,8
C	4,8	4,9	4,9	4,8
D	4,6	4,8	4,8	4,8
E	5,2	4,9	4,8	5,0
F	5,0	5,3	5,1	5,3
G	4,7	5,1	4,7	4,4
H	5,0	4,9	4,8	4,8
I	4,4	5,4	4,9	4,6
J	5,1	5,2	5,0	4,9
posterior- anteriore Aufnahme		submento- vertikale Aufnahme		

In der Tabelle 5 ist der Abstand des medialen Pols der Kondylen zur jeweiligen Bezugsebene in cm aufgelistet. Die Unterschiede zwischen rechtem und linkem Abstand liegen, bis auf Proband I, im Millimeterbereich. Die Werte liegen alle zwischen 4,4cm und 5,5cm. Die medialen Pole der Kondylen liegen im Mittel 9,7cm voneinander entfernt.

Die Differenzen zwischen den gemessenen Werten auf der posterior-anterioren Aufnahme und der submento-vertikalen Aufnahme kommen durch den unterschiedlichen Strahlengang in Kombination mit der Neigung der Kondylen und durch die verschiedenen Bezugsebenen zustande.

Tabelle 6: Medial - laterale Ausdehnung
der Kondylen in mm

	mm re	mm li
A	24	25
B	28	28
C	20	21
D	21	22
E	29	28
F	24	22
G	24	24
H	22	22
I	21	21
J	21	20

Die Größe der Kondylen wird hierbei vom lateralen zum medialen Pol gemessen. Der Messung wurde die p - a Aufnahme zugrunde gelegt, da sich auf ihr der mediale und der laterale Pol eindeutiger als auf der s - v Aufnahme abzeichnen.

Die Tabelle zeigt auf, daß die mediolaterale Ausdehnung von 20 bis 28mm reicht. Die Werte für den rechten und linken Kondylus stimmen in der Hälfte der Fälle überein. Bei den restlichen fünf Probanden liegt die Differenz zwischen rechtem und linkem Wert zwischen 1 und 2mm.

Tabelle 7: Cranial - caudale Ausdehnung der
Kondylen in mm

	mm re	mm li
A	11	12
B	10	9
C	14	11
D	10	11
E	14	13
F	10	10
G	11	11
H	10	10
I	16	14
J	14	12

Zur Erstellung dieser Tabelle ist die p - a Aufnahme herangezogen worden, da sich nur auf ihr die cranial - caudale Ausdehnung der Kondylen nachmessen läßt. Die Werte reichen von 9 - 16mm, wobei der Unterschied zwischen rechtem und linkem Kondylus maximal 3mm beträgt.

Bei unregelmäßigem Verlauf der Umrisse der Kondylen ist die größte cranial - caudale Ausdehnung als Wert in die Tabelle aufgenommen worden.

Tabelle 8: Ventral - dorsale Ausdehnung
der Kondylen in mm

	mm re	mm li
A	10	8
B	12	13
C	9	8
D	10	9
E	11	9
F	8	8
G	10	11
H	7	8
I	8	10
J	10	10

Die Ausdehnung der Kondylen wird von ventral nach dorsal gemessen. Zur Messung ist die s - v Aufnahme verwendet worden, da nur hier die ventral - dorsale Ausdehnung der Gelenkköpfchen festzustellen ist. Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die Werte von 7 bis 13mm reichen. Die Werte für rechts und links differieren maximal um 2mm.

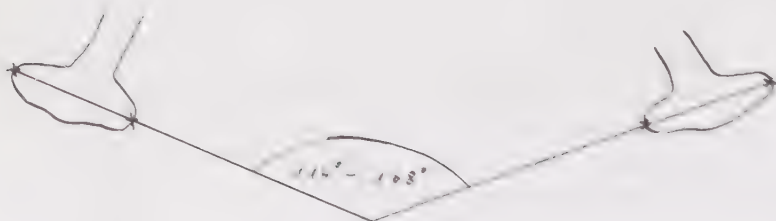
Bei unregelmäßigem Verlauf der Umrisse der Kondylen ist die größte ventral - dorsale Ausdehnung als Wert in die Tabelle aufgenommen worden.

Tabelle 9:

	Grad ⁰
A	150
B	140
C	148
D	144
E	133
F	114
G	134
H	127
I	168
J	152

In der Tab.9 sind die nach vorne offenen Winkel, die die Kondylen in der Horizontalen miteinander bilden, aufgelistet. Die Winkel sind auf der s - v Aufnahme gemessen worden. Die Werte reichen von 114⁰ bis 168⁰.

ventral



dorsal

Abb. 36: Schematische Darstellung der nach vorne offenen Winkel der Kondylen

Tabelle 10:

	Grad ⁰
A	147
B	153
C	144
D	150
E	122
F	162
G	145
H	130
I	153
J	142

Die Tab.10 enthält eine Auflistung der nach unten offenen Winkel der Kondylen in der Frontalen. Die Winkel sind auf der p - a Aufnahme gemessen worden. Die Werte reichen von 122⁰ bis 162⁰

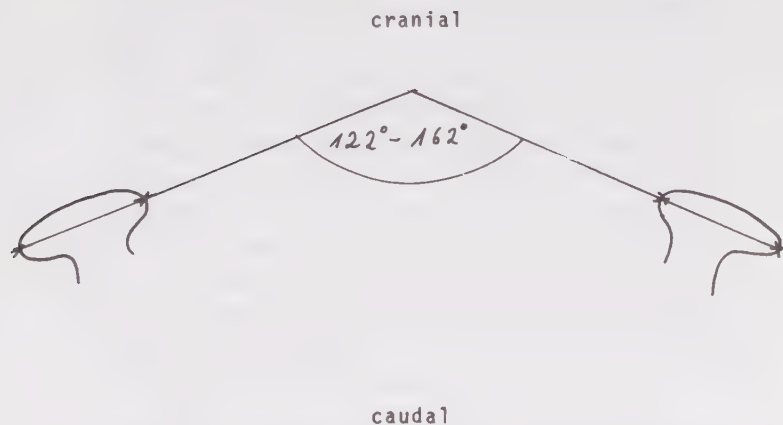


Abb. 87: Schematische Darstellung der nach unten offenen Winkel der Kondylen

6. DISKUSSION

Die von AMER (1), ZECH (48) und YALE (47) angegebenen Schwierigkeiten, die Längsachse des Kondylus mit dem Röntgenstrahl zu treffen, um eine Lagebeziehung zwischen Gelenkkopf und Gelenkpfanne darzustellen, sind in vorliegender Untersuchung durch eine submento - vertikale und eine posterior - anteriore Aufnahme des Schädels zur Bestimmung der Längsachse beziehungsweise der Neigung der Kondylen in der Frontal- und Horizontalebene gelöst.

In der Literatur (FREIHOFFER (8,9), OMNELL (25), und PALLA (27)) werden die Grenzen der Neigung der Kondylen in der Frontalen mit -45° bis 35° und in der Horizontalen mit 0° bis 35° angegeben.

Die Auswertung der eigenen Röntgenbilder ergibt eine Neigung der Kondylen in der Frontalebene von 7° bis 31° und in der Horizontalebene von -2° bis 35° .

Wie bei LINDBLOM (20) bilden die Kondylen einen nach vorne offenen Winkel in der Horizontalen, der von 110° bis 170° in den Extremen und im Normalfall 140° bis 160° beträgt.

Der nach unten offene Winkel in der Frontalen reicht von 120° bis 160° in den Extremen und beträgt 140° bis 150° im Durchschnitt.

Die aufgeführten Ergebnisse über Ausmaß und Stellung der Kondylen basieren auf der Auswertung einer Serie von Röntgenaufnahmen an 10 Probanden und sind, obwohl mit anderen Autoren größtenteils übereinstimmend, nicht als statistisch relevant zu betrachten. Sie sollen nur der Erprobung der geschilderten Methodik dienen.

Eine Überprüfung der Morphologie der Kondylen am mazerierten Schädel im Vergleich zu den auf den Röntgenaufnahmen gefundenen Werten ist nicht erfolgt, da dies über das gestellte Thema hinausführen würde.

Die von NAWRATH (22) beschriebenen Verzerrungen bei Schädelaufnahmen sind durch Verwendung des Röntgenapparates Pleodor (Hersteller: Siemens), welcher parallele Strahlen abgibt, bei der submento - vertikalen und der posterior - anterioren Aufnahme vermieden worden.

Die von CLEMENTSCHITSCH (3) und OTT (26) beschriebene posterior - anteriore Aufnahme zur Festlegung der Achsen der Kondylen in der Frontalebene erweist sich als ausreichend aussagekräftig, während bei den Aufnahmetechniken nach TVEITO (41) und HOFRATH (3) zur Festlegung der Achsen zwei Aufnahmen benötigt werden, wodurch sich die Strahlenbelastung unnötig erhöht.

Die Aufnahmetechnik nach ZIMMER (49) mit anterior - posteriorem Strahlengang zur Festle-

gung der Achsen der Kondylen in der Frontalebene ist in der Ausführung nicht so klar wie die Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH (3). Bei der Technik nach CLEMENTSCHITSCH (3) ist es für den zu Untersuchenden eindeutiger, Stirn und Nase auf die Kassette zu fixieren, als nur einen Punkt auf dem Hinterhaupt, wie bei ZIMMER (49).

Zur Festlegung der Kondylenneigung in der Horizontalen zeigt die von CLEMENTSCHITSCH (3) beschriebene submento - vertikale Aufnahme des Schädels ein nicht immer deutliches Bild der Kondylen. Da bei dieser Aufnahmetechnik der Zentralstrahl 2 - 3 fingerbreit unter der Kinnspitze auf die dem Hinterhaupt aufliegende Kassette trifft, entstehen durch die über dem Kondylus liegenden anatomischen Strukturen störende Überprojektionen, die eine einwandfreie Beurteilung beeinträchtigen können.

Die von PASLER (28) und SCHIENBEIN (29) geforderte Anwendung von Zahnröntgengeräten mit mehr als 50 kV Ausgangsleistung erweist sich als vorteilhaft in Bezug auf die Belichtungszeit und die damit verbundene Strahlungsbelastung.

Trotzdem sollte die beschriebene Methodik zur Herstellung von reproduzierbaren individuellen Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks in schräglateraler Projektion nur bei eindeutiger Indikation herangezogen werden, um

eine unnötige Belastung der Patienten zu vermeiden.

Die Strahlenbelastung einer kompletten Serie von Röntgenaufnahmen mit 5344 mR entspricht ungefähr den von SONNABEND (35) für einen Röntgenstatus mit 11 einzelnen Aufnahmen angegebenen 5000 mR.

Die Forderung nach einem einzigen Röntgengerät, mit welchem es möglich ist, die submento - vertikale, die posterior - anteriore und die schräglaterale Aufnahme anzufertigen, kann für die Untersuchung nicht erfüllt werden, da ein solches Gerät nicht zur Verfügung stand.

Ein derartiges Röntgengerät müßte über eine hohe und variable Ausgangsleistung verfügen und auswechselbare, den verschiedenen Aufnahmen entsprechende Tuben besitzen. Erst mit diesem Gerät kann die gefundene Methode für die Klinik und den Zahnarzt praktikabel sein.

Bei der schräglateralen Aufnahme wird der von FREY und WOHRMANN (11) empfohlene Langtubus außer bei Proband J nicht verwendet, da die Oberprojektionen des zu untersuchenden Kiefergelenkes durch das filmferne Gelenk eine einwandfreie Beurteilung des Röntgenbilds beeinflussen können.

Der einmal benutzte Langtubus zeigt jedoch gegenüber dem sonst verwendeten Kurztubus eine Verbesserung des Kontrasts, was trotz der möglichen Oberprojektionen wünschenswert erscheint.

Um die benötigte Reproduzierbarkeit von Kiefergelenkaufnahmen (BAUMGARTNER (2), FRÖHLICH (10), HANEL (14,15,16), FREIHOFFER (8,9), GRAF (12), WEINBERG (43,44,45,46) und STACHNISS, KUBEIN und KROGER (36,38,39)) zu erreichen, sind als Bezugspunkte die von HANEL (14,15,16) STACHNISS, KUBEIN und KROGER (37,39) angegebenen Scharnierachsenpunkte und ein Punkt auf dem Nasenrücken in die Haut tätowiert worden.

Die im Rahmen dieser Untersuchung individuell mit dem Almore hinge axis locator nach LAURITZEN bestimmten Scharnierachsenpunkte können zur Vereinfachung der Methode auch arbiträr, etwa 13,5mm vor dem Tragus auf der Verbindungslinie Tragus-Augenwinkel liegend, festgelegt werden, ohne die Aussagekraft der Röntgenaufnahmen zu beeinträchtigen oder die Methode zu verfälschen.

Die Übereinstimmung zweier Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks, also ihre Reproduzierbarkeit, wird durch Obereinanderliegen der auf den Aufnahmen befindlichen röntgendichten Strukturen vor einem beleuchteten Röntgenschild beurteilt. Die röntgendichten Struk-

turen entstehen durch die zwei Bleikugeln, die dem Scharnierachsenpunkt bei der Gelenkaufnahme anliegen. Beurteilungskriterium für die Reproduzierbarkeit ist die Deckungsgleichheit der Gelenkstrukturen. Da aber die Strukturen nicht als scharf begrenzte Linie, sondern als unregelmäßige Fläche erscheinen, ist eine in allen Einzelheiten vorhandene Identität zweier Röntgenaufnahmen nicht gegeben, so daß eine Übereinstimmung im Bereich von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{5}{10}$ mm als deckungsgleich eingestuft wird.

Der Röntgenbogen von HANEL (14,15,16) erweist sich erst nach umfangreichen Umbauten als genügend zur Anfertigung sowohl der s - v Aufnahme und der p - a Aufnahme als auch der reproduzierbaren schräglateralen Aufnahme, wobei der Zeitaufwand zur Fixierung des Röntgenbogens bei allen Aufnahmen zusammen etwa 45 Minuten beträgt. Dieser Zeitaufwand beruht darauf, daß der Röntgenbogen durch die selbstgefertigten Zusatzteile für die submento - vertikale und die posterior - anteriore Aufnahme nicht stabil genug ist, um einer schnellen und einfachen Handhabung bei jedem Arbeitsgang gerecht zu werden.

Die Festlegung des medialen und lateralen Pols zur Bestimmung der Kondylenachsen gestaltet sich bei unregelmäßig geformten, besonders bei stark gekrümmten oder runden Kondylen als schwierig. In der vorliegenden

Arbeit werden die Pole in Ermangelung einer objektiven Methode vom Autor subjektiv als Verlängerung der Längsachse des Kondylus festgelegt. Dieses Vorgehen ergibt bei der Vielfalt der Kondylenformen mehrere Möglichkeiten einer abweichenden Festlegung des medialen und lateralen Pols. Diese Abweichungen können beträchtlich sein. Es zeigt sich jedoch, daß bei mehrmaliger Festlegung der Pole durch verschiedene Personen nur Schwankungen zwischen 5^0 und 9^0 entstehen.

Obwohl die Reproduzierbarkeit einer Röntgenaufnahme des Kiefergelenks davon unberührt bleibt, ist die eingangs erhobene Forderung nach axialem Verlauf des Zentralstrahls durch die Kondylen in einer unbestimmten Anzahl von Fällen damit nicht erfüllt.

Die unterschiedliche Aussagekraft und Qualität der individuellen schräglateralen Kiefergelenkaufnahme hat mehrere Ursachen:

1. Durch die unterschiedliche Dichte und Dicke der von den Röntgenstrahlen zu durchdringenden Knochen- und Weichteilstrukturen entstehen, wie auch von CLEMENTSCHITSCH (3) nachgewiesen, auf jeder Aufnahme unterschiedliche Kontraste.
2. Bei den von Proband zu Proband wechselnden Winkeleinstellungen des Zentralstrahls in cranio - dorsaler Richtung wird die

Aufnahme immer wieder durch andere anatomische Strukturen beeinträchtigt oder überlagert.

3. Bei sehr flach zur Horizontalebene des Schädels geneigter Kondylenachse kann eine interpretierbare Darstellung unmöglich sein, da bei dem in diesem Fall notwendigen flachen Einfallswinkel des Zentralstrahls die stark schattengebenden Strukturen der Felsenbeinpyramide auf die Gelenkregion projiziert werden.
4. Projektionsmäßig ungünstige anatomische Verhältnisse, wie beispielsweise eine sogenannte geschlossene Gelenkpfannenform ergeben keine beurteilbare Aufnahme.

Schließlich läßt sich die Qualität der schräglateralen Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks durch Verwendung neu entwickelter Folien und zusätzlicher Blenden (Buggy-Blende) noch verbessern.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Um die Relation zwischen Gelenkkopf und Gelenkpfanne bei maximaler Interkuspitation korrekt darzustellen, soll der Zentralstrahl bei einer Röntgenaufnahme des Kiefergelenks in schräglateraler Projektion durch die Längsachse des zu untersuchenden Kondylus gehen.

Zur Festlegung der Längsachse ist es notwendig, eine submento - vertikale und eine posterior - anteriore Schädelaufnahme anzufertigen.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Einstellgerät vorgestellt und erprobt, mit welchem es möglich ist, neben einer individuellen und reproduzierbaren Röntgenaufnahme des Kiefergelenks mit schräglateralem Strahlengang eine submento - vertikale und eine posterior - anteriore Aufnahme des Schädels zur Bestimmung der Achsstellungswinkel der Kondylen anzufertigen.

An dem von HANEL entwickelten Röntgenbogen, sind umfangreiche Umbauten vorgenommen worden, so daß er die oben beschriebenen Anforderungen erfüllt:

1. Der Röntgenbogen ist ein den Kopf von oben umfassendes Einstellgerät, das mit drei Lokalisatorstiften auf die zwei in die Haut tätowierten Scharnierachsenpunkte und einen dritten tätowierten Punkt, der durch Verlän-

gerung des Hautorbitale auf den Nasenrücken entsteht, fixiert wird.

Der auf den Nasenrücken ausgerichtete Lokalisator ist in drei Ebenen kontrolliert verstellbar, so daß die bei einer Röntgenaufnahme ermittelten Werte jederzeit wieder für eine reproduzierte Aufnahme verwendet werden können.

2. Der Bogen ist mit einem Gelenk versehen, so daß der in die Bogengrundplatte neu eingefügte Kassettenhalter aus der waagerechten in eine senkrechte Position geschwenkt werden kann und so zusammen mit dem Abstandshalter und dem Adapter für die Röntgenröhre bei aufgesetztem Bogen die submento - vertikale Aufnahme des Schädels ermöglicht.
3. Für die posterior - anteriore Aufnahme ist auf eine zusätzlich eingefügte Platte oberhalb des Bogens ein abnehmbarer Kassettenhalter derart montiert worden, daß sich bei eingerichteten Bogen die Kassette parallel zu Stirn und Nase und der Abstandshalter senkrecht davon hinter dem Kopf des sitzenden Probanden befindet.
Der Abstand zwischen Röntgenröhre und Kassette beträgt bei der s - v und der p - a Aufnahme 95,5cm.
4. Mit dem Septum nasi osseum bei der p - a Aufnahme und der Sutura palatina bei der s - v Aufnahme als Bezugsgeraden wird die Neigung der Kondylen in der Frontal - und

Horizontalebene in Winkelgraden gemessen.

Mit diesen individuell gefundenen Winkeln wird eine Aufnahme des Kiefergelenks mit schräglateralem Strahlengang angefertigt.

Durch die drei in die Haut tätowierten Bezugspunkte zusammen mit den über die Verstellbarkeit des Nasenlokalisators festgehaltenen Werten ist die Reproduzierbarkeit der schräglateralen Röntgenaufnahme des Kiefergelenks gewährleistet.

5. Die Strahlenbelastung des Probanden bei den einzelnen Aufnahmen wird mit dem "Normogramm zur Ermittlung der Hautdosis des Patienten" berechnet.

Insgesamt ist einschließlich der reproduzierten Aufnahmen mit schräglateralem Strahlengang eine Belastung von 5343,8 mR aufgetreten, die ungefähr der Belastung durch einen Status mit 11 einzelnen Röntgenaufnahmen entspricht.

Im Rahmen dieser Arbeit werden 10 Probanden vorgestellt, an welchen unter Verwendung des umgebauten Röntgenbogens die s - v Aufnahme, die p-a Aufnahme und die Schädelaufnahme mit schräglateralem Strahlengang erstellt worden sind. Bei 6 Probanden ist eine reproduzierte Röntgenaufnahme der Kiefergelenke mit schräglateralem Strahlengang angefertigt worden. Die Beschreibung der Röntgenbilder und ihre tabellarische Auswertung ergibt folgendes:

1.) Das Röntgenbild mit posterior - anteriorem Strahlengang erweist sich als aussagekräftiger als die submento - vertikale Aufnahme. Auf der s - v Aufnahme sind nur die Umrisse der Kondylen und die Sutura palatina deutlich zu erkennen, was aber zur Feststellung der Kondylenachsen durchaus genügt.

2.) Eine erhöhte Vergleichsmöglichkeit bei der schräglateralen Aufnahme zwischen rechtem und linkem Kiefergelenk ist durch das Halbieren der Kassette durch eine Bleiplatte erreicht worden, so daß beide Kiefergelenke auf dem selben Röntgenfilm abgebildet werden können.

3.) Die schräglaterale Aufnahme zeigt, bei starker Neigung der Kondylen in der Horizontalebene und gleichzeitig geringer Neigung in der Frontalebene, die Gelenkstrukturen durch Überprojektion des Processus mastoideus und des Forus acusticus nicht zufriedenstellend, während bei allen anderen Winkelkombinationen das Ergebnis ausreichend und beurteilbar ist.

4.) Die Größe der Kondylen, auf den s - v Aufnahmen und den p - a Aufnahmen gemessen ergibt für die lateral - mediale Ausdehnung 20 bis 28mm, für die cranial - caudale Ausdehnung 9 bis 16mm und für die ventral - dorsale Ausdehnung 7 bis 13mm.

5.) Die Kondylen bilden in der Horizontalebene einen nach vorne offenen Winkel von 114° bis 168° , in der Frontalebene einen nach unten offenen Winkel von 122° bis 162° .

6.) Die medialen Pole der Kondylen liegen im Mittel 9,7cm voneinander entfernt.

7.) Die Neigung der Kondylen in der Frontalebene beträgt 7° bis 31° , in der Horizontalebene -2° bis 35° .

8.) Da sich auf jeder schräglateralen Röntgenaufnahme des Kiefergelenks zwei röntgendichte Strukturen befinden, die durch die in dem zu untersuchenden Gelenk anliegenden Scharnierachsenlokalisator eingelassenen Bleikugeln hervorgerufen werden, ist die Reproduzierbarkeit zweier Aufnahmen durch Übereinanderlegen der röntgendichten Strukturen überprüfbar. In 5 von 6 Fällen sind die reproduzierten Aufnahmen der Kiefergelenke mit den zuerst gemachten Bildern deckungsgleich.

Abschließend läßt sich feststellen, daß die beschriebene Methodik reproduzierbare Röntgenaufnahmen des Kiefergelenks in den drei Raumebenen nach der Summationstechnik ermöglicht.

8. LITERATURVERZEICHNIS

1. AMER, A.

Roentgenology of the temporomandibular joint.
J.Amer.dent.Ass. 45, 668 (1952)

2. BAUMGARTNER, W.

Kiefergelenkröntgen - praxisnah.
Österr.Z.Stomat. 74, 224 (1977)

3. CLEMENTSCHITSCH, F.

Die Röntgendarstellung des Gesichtsschädels.
Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien, 1948

4. DOUB, H.P. und HENNY, F.A.

Radiological study of the temporomandibular
joints.
Radiol. 60, 66 (1953)

5. EGLI, U.

Kiefergelenkröntgenbilder in seitlicher Pro-
jektion, eine Technik für die tägliche Praxis.
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 4, 380 (1969)

6. EGLI, U.

Das Röntgenbild in der kiefergelenkbezüglichen
Okklusionsdiagnostik.
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 11, 1220 (1969)

7. FLEIG, H.

Defektdarstellung am Capitulum mandibulae.
Diss. Mainz (1972)

8. FREIHOFER, H.P.

Röntgenaufnahmen des Kiefergelenkes und ihre Reproduzierbarkeit I.

Quintessenz 2, 103 (1968)

9. FREIHOFER, H.P.

Röntgenaufnahmen des Kiefergelenkes und ihre Reproduzierbarkeit II.

Quintessenz 3, 107 (1968)

10. FRÜHLICH, F.

Zur Reproduzierbarkeit von Kiefergelenk-röntgenbildern.

Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 7, 611 (1967)

11. FREY, N.W. und WOHRMANN, A.

Radiation dosimetry and intraoral radiographic techniques. II. Internal und external dose measurements.

Oral.Surg. 38, 639 (1974)

12. GRAF, H.

Anleitung zur Herstellung von Kiefergelenk-röntgenbildern mit dem Kiefergelenk-Röntgenbogen TMX.

Kursmemorandum St.Moritz 1972

13. GREWCOOK, R.J.G.

A simple technique for temporomandibular joint radiography.

Brit.dent.J. 17, 152 (1953)

14. HANEL, G.

Eine für die Praxis geeignete reproduzierbare Kiefergelenkröntgenaufnahmetechnik.

Dtsch.zahnärztl.Z. 29, 564 (1974)

15. HANEL, G.
Funktionsanalyse und reproduzierbare
Kiefergelenkröntgenaufnahmetechnik.
Dtsch.zahnärztl.Z. 32, 99 (1977)
16. HANEL, G.
Untersuchungen reproduzierbarer Röntgen-
aufnahmen des Kiefergelenkes und klini-
scher Paradontaldiagnostik bei funktio-
nellen Störungen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 32, 117 (1977)
17. HAUSER, E.
Zur röntgenologischen Darstellung des Kie-
fergelenkes und deren Bedeutung für die
Kieferorthopädie.
Dtsch.Zahn-, Mund- und Kieferheilk.7, 117 (1940)
18. HORN, R.
Die Röntgenuntersuchung der Kiefergelenke
mit dentalen Röntgenapparaten.
Zahnärztl.Welt 11, 581 (1974)
19. KUNDERT, M.
Zum Aussagewert des Kiefergelenkröntgenbil-
des nach Schüller für die gelenkbezogene
Okklusionsdiagnostik.
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 86, 393 (1976)
20. LINDBLOM, G.
Technique for the roentgenographic
registration of the different condyle
position in the temporomandibular joint.
Dent.Cosm. 78, 1227 (1936)

21. MOORREES, C.F.A. und KEAN, M.R.
Natural head position, a basic consideration
in the interpretation of cephalometric radio-
graphs.
Amer.J.Phys.Antroph. 16, 213 (1958)

22. NAWRATH, K.
Ober Längen- und Winkelwerte der Fernrönt-
genaufnahme des Schädels.
Fortschr.Kieferorth. 19, 3 (1958)

23. NAWRATH, K.
Die Fernröntgenaufnahme des Schädels in
der zahnärztlichen Praxis.
Zahnärztl.Welt/Reform 59, 3 (1958)

24. NAWRATH, K.
Die Bedeutung des Zentralstrahles bei der
Herstellung von Fernröntgenaufnahmen des
Schädels.
Fortschr.Kieferorth. 20, 2 (1959)

25. OMNELL, K.
Radiography of the temporomandibular joint
utilising oblique transcranial projections.
Odontol Revy 27, 77 (1976)

26. OTT, K.
Vergleich röntgenologischer Darstellungen
des Kiefergelenkes.
Zahnärztl.Praxis 4, 138 (1978)

27. PALLA, S.
Eine Mittelwertprojektion in schräglateraler
Projektion
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 11, 1207 (1976)

28. PASLER, F.

Tendenzen in der zahnärztlichen Röntgenologie - eine Literaturübersicht.

Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 12, 1306 (1978)

29. SCHIENBEIN, H.

Zur Entwicklung zahnärztlicher Röntgengeräte.

Zahnärztl.Welt 19, 867 (1975)

30. SCHMIDT, T. und SEIBERT, A.

Strahlenexposition der Augenlinse bei den in der Zahnklinik üblichen diagnostischen Röntgenuntersuchungen.

Strahlenschutz Forsch. Prax. 15, 157 (1976)

31. SCHOLLER, A.

Die Schädelbasis im Röntgenbild

Gräbe & Sillem, Hamburg 1905

32. SETZ, D.

Ein Beitrag zur Röntgendiagnostik von Kiefergelenken.

Zahnärztl.Welt/Reform 63, 498 (1962)

33. SITZMANN, F. und WINKLMAIR, M.

Zur Darstellung der Kiefergelenkwalze und des Kiefergelenkspaltes.

Zahnärztl. Welt 20, 940 (1976)

34. SOBOTTA, H. und BECHER, H.

Atlas der Anatomie des Menschen, Bd.I, 42 (1957)

Verlag Urban & Schwarzenberg München/Berlin

35. SONNABEND, E.

Die Dosis der Röntgenaufnahmen in der Kieferorthopädie und ihre Bedeutung für die Indikationsstellung.

Fortschritte der Kieferorthopädie 37, 69 (1976)

36. STACHNISS, V., KUBEIN, D. und KROGER, W.

Experimentelle Untersuchungen zur röntgenologischen Darstellung des Kiefergelenkes.

Zahnärztl.Welt 4, 153 (1979)

37. STACHNISS, V., KUBEIN, D. und KROGER, W.

Okklusale Interferenzen und kondyläre Verlagerungen.

Zahnärztl.Welt 9, 405 (1979)

38. STACHNISS, V., KUBEIN, D. und KROGER, W.

Röntgenologische Phantomstudie zur Ermittlung von Projektionsphänomen bei der Kiefergelenkröntgentechnik.

Zahnärztl. Welt 9, 410 (1979)

39. STACHNISS, V., KUBEIN, D. und KROGER, W.

Zur Frage der metrischen Auswertbarkeit von Lageveränderungen des Kondylus im Kiefergelenkröntgenbild

Zahnärztl.Welt 9, 416 (1979)

40. STEINHARDT, G.

Röntgenologische und vergleichende anatomische Untersuchungen zur Diagnostik des gesunden und kranken Kiefergelenkes.

Dtsch.zahnärztl.Wschr. 37, 30 (1934)

41. TVEITO, L.

Die transantrale Kiefergelenkprojektion
- eine Ergänzung der transversalen Pro-
jektion.

Dtsch.zahnärztl.Z. 32, 583 (1977)

42. UPDEGRAVE, W.J.

An evaluation of temporomandibular joint
roentgenography.

J.Amer.dent.Ass. 46, 408 (1953)

43. WEINBERG, A.L.

Technique for temporomandibular joint
radiographs.

J.prost.dent. 28, 284 (1972)

44. WEINBERG, A.L.

What we really see in a TMJ radiograph.

J.prost.dent. 30, 898 (1973)

45. WEINBERG, A.L.

An evaluation of duplicability of temporo-
mandibular joint radiographs.

J.prost.dent. 24, 512 (1975)

46. WEINBERG, A.L.

Radiographic investigation into temporo-
mandibular joint function.

J.prost.dent. 33, 672 (1975)

47. YALE, S.H.

An epidemiological assessment of mandibular
condyle morphology.

Oral Surg. oral Med. oral Path. 21, 169 (1966)

48. ZECH, J.M.

A method of producing roentgenograms
of the temporomandibular joint.

J.Amer.dent.Ass. 59, 725 (1959)

49. ZIMMER, A.

Die Röntgenologie des Kiefergelenkes.

Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 12, 950 (1941)

9. LEBENSLAUF

Als Sohn des selbständigen Industriekaufmannes Hasso Lang und der Anna Marie Lang, geb. Poulet, wurde ich am 21.6.1953 in Köln geboren.

Meine gesamte Kindheit und Jugend verbrachte ich in meinem Elternhaus.

Vom 21.4.1960 bis zum 25.3.1964 besuchte ich die Albert-Schweitzer-Schule in Weiden bei Köln. Von Ostern 1964 bis zum 16.5.1972 besuchte ich das städtische Gymnasium Kreuzgasse.

Zwischen dem 17.10.1972 und dem 16.5.1975 war ich eingeschriebener Chemiestudent an der Kölner Universität. Anschließend absolvierte ich bis zum 15.8.1976 meine Bundeswehrzeit bei der Luftwaffe. Nach der Bundeswehr praktizierte ich bis August in einem Kölner zahntechnischen Labor.

Nach den vorklinischen Semestern an der Universität Mainz bestand ich im WS 1977/78 die zahnärztliche Prüfung.

Zur Zeit befinde ich mich im 5. klinischen Semester.

An dieser Stelle möchte ich mich bei
Herrn Prof.Dr.G.Siebert für die freund-
liche Überlassung des Themas und die
Übernahme des ersten Gutachtens bedan-
ken.

Für die großzügige und außerhalb des
Oblichen liegende Unterstützung danke
ich Herrn Prof.Dr.G.Siebert ebenfalls.

Herrn Prof.Dr.K.Fuhr gilt mein Dank für
die Übernahme des zweiten Gutachtens.

Den Damen der Röntgenabteilung der
Zahn-, Mund- und Kieferklinik Mainz
danke ich für die freundliche Hilfe.

